

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**COMPOSIÇÃO DOS CARÍDEOS E BIOLOGIA POPULACIONAL DE
Macrobrachium heterochirus (DECAPODA; PALAEMONIDAE),
NO RIO MANDIRA, VALE DO RIBEIRA, ESTADO DE SÃO PAULO**

Bianca Fukuda

Orientador: Helcio Luis de Almeida Marques

Co-orientadora: Giovana Bertini

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo
Março – 2015**

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**COMPOSIÇÃO DOS CARÍDEOS E BIOLOGIA POPULACIONAL DE
Macrobrachium heterochirus (DECAPODA; PALAEMONIDAE),
NO RIO MANDIRA, VALE DO RIBEIRA, ESTADO DE SÃO PAULO**

Bianca Fukuda

Orientador: Helcio Luis de Almeida Marques

Co-orientadora: Giovana Bertini

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo
Março – 2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

F961c

Fukuda, Bianca

Composição dos carídeos e biologia populacional de *Macrobrachium heterochirus* (Decapoda; Palaemonidae), no rio Mandira, Vale do Ribeira, Estado de São Paulo / Bianca Fukuda – São Paulo, 2015.
ix, 73f. ; il. ; gráf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Hécio Luis de Almeida Marques

1. Composição. 2. Estrutura populacional. 3. Período reprodutivo. 4. Camarão de água doce. 5. Vale do Ribeira I. Marques, Hécio Luis de Almeida. II. Título.

CDD 639.512



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

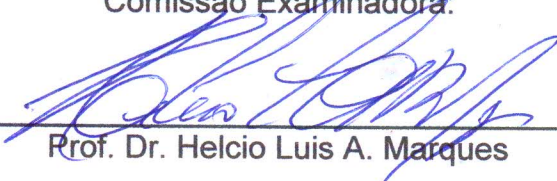
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

"COMPOSIÇÃO DOS CARÍDEOS E BIOLOGIA POPULACIONAL DE
Macrobrachium heterochirus (DECAPODA; PALAEMONIDAE), NO RIO
MANDIRA, VALE DO RIBEIRA, ESTADO DE SÃO PAULO"

AUTOR: Bianca Fukuda

ORIENTADOR: Helcio Luis de Almeida Marques

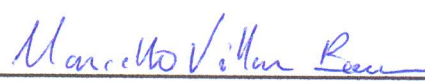
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM
AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em Aquicultura, pela
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Helcio Luis A. Marques

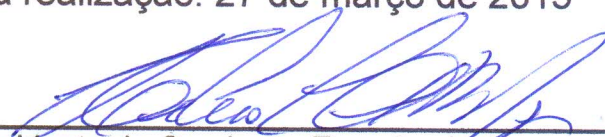


Profa. Dra. Helenice Pereira Barros



Prof. Dr. Marcello Villar Boock

Data da realização: 27 de março de 2015



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Helcio Luis A. Marques

***“A alegria que se tem em pensar e aprender
faz-nos pensar e aprender ainda mais.”***

Aristóteles

Agradecimentos

- Ao meu orientador Dr. Helcio Luis de Almeida Marques, por todo seu apoio, incentivo e confiança durante o mestrado. Agradeço seus conselhos, seu esforço, dedicação e participação em todas as coletas de campo. Obrigada pela sua infinita paciência e esse seu jeito tão educado de ser.
- À minha co-orientadora Dra. Giovana Bertini da UNESP/Registro, que me acompanhou desde o meu primeiro ano de graduação, me ensinando, incentivando e me motivando a aprender muito mais sobre esse “mundo dos crustáceos”. Agradeço muito a confiança que me foi dada durante todos esses anos, a sua paciência, sua amizade e seu eterno companheirismo.
- À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos concedida.
- Ao curso de Pós Graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca de São Paulo por todo o auxílio necessário.
- À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Câmpus Experimental de Registro e ao LABCRUST (Laboratório de Biologia e Cultivo de Crustáceos) pela base de apoio para a realização deste trabalho.
- Ao ICMBio-IBAMA (Instituto Chico Mendes - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis) pela concessão da licença para coleta do material de estudo.
- À RESEX do Mandira (Reserva Extrativista do Mandira) pelo apoio no projeto.
- À Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA) – Pariquera-Açu e ao Dr. Antonio Fernando Gervásio Leonardo pelo auxílio nas análises das amostras de água.
- Ao Dr. Sérgio Bueno pelo auxílio na identificação dos animais.
- À Dra. Maria Letizia Petesse pelas contribuições na dissertação e auxílio nas análises estatísticas.

- Aos membros da banca de qualificação, Dr. Júlio Lombardi e Dra. Helenice Pereira Barros pelas contribuições ao trabalho.
- Aos pesquisadores Dr. Fábio Sussel, Dra. Helenice Pereira Barros, Dr. Eduardo Antônio Sanches, Dr. Domingos Garrone Neto pelo auxílio em algumas coletas.
- Ao meu colega Msc. André Pedro Noffs, que se dedicou e me ajudou em todas as coletas desde a escolha do local de amostragem. Agradeço ao incentivo, a paciência, as broncas e as horas de descontração. André sem você não encontraria o *Macrobrachium heterochirus*! Obrigada!
- Ao Dr. João Vicente Coffani Nunes pela disponibilidade e paciência em fotografar os camarões do jeito que eu queria.
- Aos meus amigos e queridos estagiários do LABCRUST que participaram das coletas e das análises em laboratório: Alberto Vinicius C. dos Santos, André P. Noffs, Ézio Pereira, Guilherme K. Vazami, Karina Fukuda, Kelly C. Rosseti Santana, Kelly Izumi, Lais M. Terato, Mariana Machado, Mateus S. O. Silva, Matheus K. Lara, Vitor Hugo de Souza Braga e Robson Gonçalves. Muito obrigada meninos!
- Agradeço à minha família, especialmente a minha mãe Eunice Akiko Shimada, por todo seu esforço na minha educação, pelo apoio em todas as minhas decisões e pelo seu infinito amor. Mãe obrigada também por me ajudar a fazer todos os lanches deste um ano de coleta!
- Às minhas irmãs, Karina Fukuda e Yasmin Fukuda, obrigada pelo apoio sempre. Ká, muito obrigada pelo ajuda no início das análises e as contribuições nesta dissertação a qualquer dia, horário e local.
- Ao meu amigo e namorado Caio Guidetti Demonari, que durante esses dois anos, mesmo do Piauí fez de tudo para amenizar as distâncias até São Paulo e confortar nossos corações.

SUMÁRIO

Introdução geral	1
Objetivos	6
Referências Bibliográficas	7
Considerações finais	73

CAPÍTULO 1

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. Introdução	13
2. Objetivo Geral	15
2.1. Objetivos Específicos.....	15
3. Material e Métodos.....	16
3.1. Metodologia de coleta.....	16
3.2. Variáveis ambientais.....	19
3.3. Análise dos dados	20
3.3.1. Composição, Riqueza e Índice de Dominância.....	20
3.3.2. Análises multivariadas.....	21
3.3.2.1. Análise de agrupamento.....	21
3.3.2.2. Associação das espécies x Variáveis ambientais.....	21
4. Resultados	22
4.1. Composição, Riqueza e Índice de Dominância	22
4.2. Análises multivariadas	29
4.2.1. Análise de agrupamento	29
4.2.2. Associação das espécies x Variáveis ambientais	31
5. Discussão.....	34
6. Referências Bibliográficas.....	38
7. Apêndice	42

CAPÍTULO 2

RESUMO	44
ABSTRACT	45
1. Introdução	46
2. Objetivo	49
3. Material e Métodos.....	50
3.1. Metodologia de coleta.....	50
3.2. Análise dos animais.....	53
4. Resultados	55
5. Discussão.....	65
6. Referências Bibliográficas.....	69

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Número total de indivíduos por espécie e estação de coleta, capturados no Rio Mandira, Cananéia/SP, de abril/13 a março/14.....	23
Tabela 2. Número de indivíduos por espécie segundo as estações do ano e as estações de coleta no Rio Mandira/SP.	28
Tabela 3. Parâmetros ambientais (média $\pm$ desvio padrão) por estação de coleta no Rio Mandira, Cananéia/SP, no período de abril/13 a março/14.	32

CAPÍTULO 2

Tabela 5. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Valores mínimos (Mín), máximos (Máx) e médios ($\pm$ desvio padrão) do comprimento da carapaça e comprimento total.	57
Tabela 6. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Frequência de ocorrência e razão sexual para machos e fêmeas nas 10 classes de tamanho (* = significativo a 95%; ^{NS} = não significativo a 95%).	61
Tabela 7. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Principais características para a determinação dos estágios de desenvolvimento das gônadas masculinas e femininas.....	63
Tabela 8. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Tamanho médio, mínimo e máximo por estágio gonadal, baseado no comprimento da carapaça (mm) de machos e fêmeas.	64

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Localização da área de estudo no Rio Mandira, município de Cananéia/SP.	18
Figura 2. <i>Macrobrachium acanthurus</i> (Wiegmann, 1836).	24
Figura 3. <i>Macrobrachium carcinus</i> (Linnaeus, 1758).	24
Figura 4. <i>Macrobrachium heterochirus</i> (Wiegmann, 1836).	25
Figura 5. <i>Macrobrachium olfersi</i> (Wiegmann, 1836).	25
Figura 6. <i>Macrobrachium potiuna</i> (Muller, 1880).	26
Figura 7. <i>Potimirim brasiliiana</i> Villalobos, 1959.	26
Figura 8. Frequência absoluta de indivíduos por estação de coleta no Rio Mandira/SP, no período de abril/13 a março/14. (Letras diferentes indicam diferença significativa, $p < 0,05$).	27
Figura 9. Frequência relativa das espécies coletadas no Rio Mandira/SP, no período de abril/13 a março/14.	27
Figura 10. Dendograma de agrupamento (<i>Bray-Curtis</i>) do total de indivíduos coletados nas três estações no Rio Mandira/SP, no período de abril/2013 a março/2014.	30
Figura 11. Dendograma de agrupamento (<i>Bray-Curtis</i>) entre as estações de coleta do Rio Mandira/SP, no período de abril/2013 a março/2014.	30
Figura 12. Análise de Correspondência Canônica. Correlação entre a abundância dos carídeos entre as estações de coleta (a) e as variáveis ambientais (b) do Rio Mandira de abril/13 a março/14. ALC = alcalinidade; COND = condutividade; ODP = oxigênio saturado; OD = oxigênio dissolvido; TEMP = temperatura; VAZAO = vazão; MH = <i>M. heterochirus</i> ; MO = <i>M. olfersi</i> ; MP = <i>M. potiuna</i> ; PB = <i>P. brasiliiana</i>	33

CAPÍTULO 2

Figura 13. Localização da área de estudo no Rio Mandira, município de Cananéia/SP.	52
Figura 14. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Frequência absoluta de indivíduos e pluviosidade média mensal (mm) nas estações do ano (Letras diferentes indicam diferença significativa entre abundância e as estações do ano, $p < 0,05$).	56
Figura 15. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Frequência absoluta de indivíduos pelas estações de coleta (Letras diferentes indicam diferença significativa, $p < 0,05$).	56
Figura 16. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Gráfico de caixa (<i>Boxplot</i>) representando as médias, erros padrões e os intervalos de confiança (95%) do comprimento da carapaça (mm) de machos e fêmeas (ep = erro padrão).	58
Figura 17. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Frequência de ocorrência de indivíduos por classes de tamanho de machos (a) e fêmeas (b).	59
Figura 18. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Distribuição temporal em classes de tamanho pelas estações do ano.	60
Figura 19. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Razão sexual pelas estações do ano no período de abril/13 a março/14.	61
Figura 20. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Porcentagem de machos em relação às classes de tamanho.	62
Figura 21. <i>Macrobrachium heterochirus</i> . Porcentagem de cada estágio de desenvolvimento gonadal nas estações do ano (DES = desovado; MA = maturo; EM = em maturação; RU = rudimentar; O = outono; I = inverno; P = primavera; V = verão).	64

**COMPOSIÇÃO DOS CARÍDEOS E BIOLOGIA POPULACIONAL DE
Macrobrachium heterochirus (DECAPODA; PALAEMONIDAE), NO RIO
MANDIRA, VALE DO RIBEIRA, ESTADO DE SÃO PAULO**

RESUMO GERAL

O presente trabalho objetiva estudar a composição dos carídeos de água doce e a biologia populacional de *Macrobrachium heterochirus* no Rio Mandira, município de Cananéia, Estado de São Paulo. As coletas foram realizadas mensalmente no Rio Mandira, Cananéia/SP, de abril/2013 a março/2014 no período noturno, em três estações de coleta. Para a análise de composição foram utilizadas três metodologias de coleta: peneira, coleta manual e armadilha e para a biologia populacional de *M. heterochirus* utilizaram-se duas metodologias: coleta manual e armadilha. A coleta por meio de peneira foi realizada somente na estação III a qual possui vegetação marginal, com esforço de duas pessoas por 40 minutos; a coleta manual foi feita com esforço de duas duplas por 40 minutos. As armadilhas (duas) permaneceram em cada estação por cerca de 3 horas. Obteve-se um total de 7.759 camarões, representados pelas espécies do gênero *Macrobrachium* (*M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. olfersi* e *M. potiuna*) e *Potimirim* (*P. brasiliiana*). Não houve correlação entre a abundância de indivíduos e as variáveis ambientais. Para a análise de biologia populacional de *M. heterochirus* foram analisados 384 exemplares. A maior abundância deste camarão foi no verão; o pico reprodutivo também foi nas épocas mais quentes do ano, com machos sexualmente maduros o ano todo e fêmeas ovígeras e com gônadas maduras principalmente no verão. Os resultados sugerem que, devido à alta riqueza em espécies de carídeos, o Rio Mandira apresenta condições ambientais que propiciam o estabelecimento de diversas espécies desse grupo. O estudo da biologia populacional de *M. heterochirus* poderá subsidiar o estabelecimento de medidas de proteção a esta espécie na região, bem como fornecer informações básicas para futuras ações de seu cultivo comercial.

PALAVRAS-CHAVE: composição, estrutura populacional, período reprodutivo, camarão de água doce, Vale do Ribeira.

**COMPOSITION OF CARIDEANS AND POPULATION BIOLOGY OF
Macrobrachium heterochirus (DECAPODA; PALAEMONIDAE), IN
MANDIRA RIVER, RIBEIRA VALLEY, STATE OF SÃO PAULO**

GENERAL ABSTRACT

The present work aims to study the composition of freshwater caridean and the population biology of *Macrobrachium heterochirus* in Mandira River, city of Cananéia/SP, State of São Paulo. Samples were collected monthly in Mandira River, Cananéia/SP, April/2013 to March/2014 at evening period, at three sampling stations. For composition analysis we used three methods of collection: sieve, manual and trap collection and for the population biology of *M. heterochirus* we used two methods: manual and trap collection. The collection through sieve was achieved only at the station III with marginal vegetation, with effort by two persons during for 40 minutes, manual collection was performed by two double during 40 minutes. The traps (two) were left in each station for approximately 3 hours. It was obtained a total of 7,759 prawns, being represented by species of genus *Macrobrachium* (*M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. olfersi* and *M. potiuna*) and *Potimirim* (*P. brasiliiana*). There was no correlation between the abundance of individuals and environmental variables. For analysis population biology of *M. heterochirus*, 384 individuals were analyzed. The highest abundance of this freshwater prawn happened in summer; the peak of the breeding occurred in the warmer seasons of the year, with mature males present during all year and ovigerous females with mature gonads especially in the summer. The results suggest that due to high richness in caridean species, Mandira River presents environmental conditions that promote the development of various species of this group. This study of population biology of *M. heterochirus* can support the establishment of measures to protect this species in the region, as well as provide basic information for future actions of its commercial cultivation.

KEY WORDS: composition, population structure, reproductive period, freshwater prawn, Ribeira Valley.

Introdução geral

O subfilo Crustacea constitui um dos maiores grupos dentro do Filo Arthropoda, com mais de 67.000 espécies descritas. Entre eles a ordem Decapoda é a mais diversificada, com 14.756 espécies descritas (DE GRAVE *et al.*, 2009), apresentando espécies de grande interesse econômico como camarões, lagostas e caranguejos (BRUSCA e BRUSCA, 2007).

Duas subordens são reconhecidas para os crustáceos decápodos, a Dendrobranchiata, a qual inclui a infraordem Peneidea (camarões marinhos) e a Pleocyemata, representada por sete infraordens, Stenopodidea (camarões estenopodídeos), Caridea (camarões carídeos), Astacidea (lagostas e lagostins), Thalassinidea (corruptos), Palinura (lagostas espinhosas), Anomura (ermitões, galateídeos, porcelanídeos, tatuíras) e Brachyura (caranguejos e siris) (MARTIN e DAVIS, 2001).

A infraordem Caridea compreende 3.268 espécies distribuídas em 16 superfamílias e 36 famílias (MARTIN e DAVIS, 2001; DE GRAVE e FRANSEN, 2011). Ocupam uma grande diversidade de habitats, pois acredita-se que esses animais tenham evoluído a partir de um ancestral marinho (NEW e SINGHOLKA, 1982). Além disso, os carídeos são encontrados em todas as latitudes, desde as regiões tropicais até as polares, em substratos não consolidados e consolidados, colonizando desde o ambiente marinho até a água doce de cavernas subterrâneas, com representantes marinhos, anfídromos e totalmente de água doce (BAUER, 2004; DE GRAVE *et al.*, 2009).

Os carídeos dulcícolas são representados pelas famílias Atyidae e Palaemonidae. Os palemonídeos apresentam ampla distribuição nas regiões tropicais, sub-tropicais e temperadas de todo o mundo, sendo objeto de exploração comercial em grande número de países (NEW e SINGHOLKA, 1982).

No Brasil, são representados por 32 espécies em todas as grandes bacias hidrográficas, sendo que a maioria das espécies pertence ao gênero *Macrobrachium* (MELO, 2003). Muitas espécies deste gênero apresentam

grande importância, pois são utilizadas como alimento, sendo considerada boa fonte de proteína animal devido à qualidade da carne (REIS, 2004), além de apresentar boa aceitação no mercado consumidor (VALENTI, 1984).

Assim, o valor econômico de várias espécies de *Macrobrachium* tem estimulado uma exploração indiscriminada dos estoques naturais, causando uma aparente diminuição de suas reservas populacionais (TADDEI, 2006). Além disso, existem poucos ecossistemas aquáticos naturais que não foram impactados pela atividade antrópica, sendo que a alta degradação ambiental acelera ainda mais o processo de deterioração da qualidade das águas (BOND-BUCKUP e BUCKUP, 1989).

Assim como as degradações ambientais, as alterações indiscriminadas no meio ambiente também interferem em todo ecossistema, podendo reduzir e até extinguir populações inteiras. Desta maneira, são necessários estudos para se conhecer a biologia e a ecologia básica das espécies que vivem nestes locais, permitindo ações de manejo consciente e também, que novas tecnologias sejam desenvolvidas para o cultivo desses organismos, a fim de amenizar a exploração excessiva e tornar a atividade mais sustentável.

Ultimamente, devido à preocupação com os estoques naturais e o interesse na criação de espécies de camarão de água doce, houve um aumento no número de trabalhos relacionados à ecologia, biologia populacional e reprodutiva das espécies de interesse comercial. Estudos dessa natureza são fundamentais para a determinação da melhor forma de manejo, defeso e cultivo (TADDEI, 2006).

Em busca de alternativas para explorar este recurso, o Brasil tem desenvolvido tecnologias para criar esses camarões dulcícolas (MARQUES e MORAES-VALENTI, 2012), visto que esta atividade é considerada lucrativa e de baixo impacto ambiental (NEW *et al.*, 2000; MORAES-RIODADES e VALENTI, 2001).

Os camarões de água doce, mesmo apresentando uma posição inferior à criação de camarões marinhos no mercado mundial, apresenta vantagens como, maior resistência a doenças, maturação e larvicultura mais simples,

independência da água salgada na fase de engorda e sistema de produção compatível com pequenas propriedades (VALENTI, 1996; NEW, 2000, 2005).

A criação de camarões do gênero *Macrobrachium* é um dos setores que mais cresce no mundo (VALENTI e TIDWELL, 2006). As principais espécies cultivadas são *Macrobrachium nipponense* (KUTTY e MIAO, 2010) e *Macrobrachium rosenbergii* (FAO, 2011). Esta última, de origem asiática, é a única espécie cultivada comercialmente no Brasil (VALENTI e MORAES-RIODADES, 2004).

No Brasil várias espécies nativas de *Macrobrachium* possuem elevada importância econômica, no entanto, atualmente, somente *M. amazonicum* possui tecnologia para seu cultivo (MARQUES e MORAES-VALENTI, 2012). Esta espécie apresenta grande aceitação no mercado consumidor, principalmente na região norte e nordeste, chegando a atingir 16 cm e 30g, apresenta carne de textura mais firme e sabor mais acentuado em relação à *M. rosenbergii* (MORAES-RIODADES e VALENTI, 2001). Assim, *M. amazonicum* representa 85% da pesca de camarões de água doce do país (NEW *et al.*, 2000).

Outras espécies são exploradas em menor escala ou apresentam potencial para aquicultura, como, *M. acanthurus* e *M. carcinus* (VALENTI, 1984), *M. jelskii* (CIRILO *et al.*, 2011) e *M. surinamicum* (SILVA, 2011) sendo que, além de serem utilizados para alimentação, alguns desses camarões também são utilizados como isca para pesca esportiva.

Na região do Vale do Ribeira, duas espécies possuem importância econômica: *M. acanthurus*, cuja pesca é destinada ao consumo humano e ao mercado de iscas vivas para pesca esportiva e *M. carcinus* destinado somente para o consumo humano (BERTINI e VALENTI, 2010).

Esta região localiza-se no sul do Estado de São Paulo e leste do Estado do Paraná; apresenta clima, de acordo com Köppen, subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 21°C e precipitação média anual de 1.700 mm.

A região engloba a bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul, cujo sistema de drenagem é o mais extenso do litoral paulista, com 16.607 km²

(MARQUES *et al.*, 2007). Além disso, é considerada a mais importante reserva de água doce do estado e um dos bancos genéticos melhor conservados do país (TELES, 1997).

Além da importância hídrica, o Vale do Ribeira concentra 40% da cobertura vegetal de Mata Atlântica remanescente do Estado de São Paulo, sendo considerada a maior reserva contínua de todo território nacional (SILVA MATOS e BOVI, 2002), apresentando uma das maiores biodiversidades de fauna e flora, com alto grau de endemismo (MITTERMEIER, 2005). Esse bioma tem prioridade de conservação, pois é altamente ameaçado, sendo considerado um dos “hotspots” mundiais (MYERS *et al.*, 2000).

Apesar da bacia do Ribeira de Iguape possuir alta riqueza de carídeos (ROCHA e BUENO, 2004), o Estado de São Paulo vem sofrendo alta degradação ambiental, principalmente pela ação antrópica. Desta maneira, esse estudo traz informações sobre a comunidade de camarões carídeos presentes no Rio Mandira e informações sobre aspectos populacionais do camarão de água doce *M. heterochirus*, que contribuirão para a melhor compreensão da biodiversidade desta região.

Com base no exposto, serão apresentados a seguir os artigos em forma de capítulos e as revistas às quais serão submetidos:

Capítulo 1: “Composição dos camarões carídeos no Rio Mandira, Cananéia, sul do Estado de São Paulo”, apresenta o levantamento do número de espécies dos camarões de água doce habitantes do Rio Mandira e sua relação com os fatores ambientais. Este artigo será submetido ao periódico “Zoologia”.

Capítulo 2: “Biologia populacional do camarão de água doce *Macrobrachium heterochirus* (Decapoda, Palaemonidae) no Rio Mandira, Cananéia, sul do Estado de São Paulo”, apresenta dados da biologia populacional e reprodutiva de *M. heterochirus*, com ênfase na estrutura populacional, razão sexual, período reprodutivo e caracterização macroscópica dos estágios gonadais. Esta espécie foi escolhida por apresentar características importantes para aquicultura como grande porte e alta fecundidade, podendo apresentar-se como um potencial para exploração

econômica. Este artigo será submetido ao periódico “*Journal of Crustacean Biology*”.

Objetivos

O presente trabalho teve por objetivo realizar um estudo da composição dos camarões carídeos de água doce existente no Rio Mandira, município de Cananéia, sul do Estado de São Paulo e correlacionar a abundância dos camarões com alguns fatores ambientais. Além disso, o trabalho também levantou informações básicas sobre a biologia populacional da espécie *Macrobrachium heterochirus* na região, como forma de subsidiar futuros estudos relativos à sua aquicultura.

Referências Bibliográficas

- BAUER, R.T. 2004 *Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans*. Norman: University of Oklahoma Press. 282 p.
- BERTINI, G. e VALENTI, W.C. 2010 Importância econômica dos camarões de água doce. In: SILVA R.B.; MING, L.C. (Org.). *Polo de Biotecnologia da Mata Atlântica*. FUNEP, p. 155-170.
- BOND-BUCKUP, G. e BUCKUP, L. 1989 Os palaemonidae de águas continentais do Brasil Meridional (CRUSTACEA, DECAPODA). *Revista Brasileira de Biologia*, 49(4): p. 883-896.
- BRUSCA, R. e BRUSCA, G. 2007 *Invertebrados*. 2ª ed., Sinauer Associates, Guanabara Koogan S.A., 968 p.
- CIRILO, A.T.O.; SANTOS, M.C.; NUNES, M.L. 2011 Caracterização física e nutricional do camarão “saborica” (*Macrobrachium jelskii*, Miers, 1877) e de produtos derivados. *Scentia Plena*, 7(7):1-6.
- DE GRAVE, S.; PENTCHEFF, N.D.; AHYONG, S.T.; CHAN, T.Y.; CRANDALL, K.A.; DWORSCHAK, P.C.; FELDER, D.L.; FELDMANN, R.M.; FRANSEN, C.H.J.M.; GOULDING, L.Y.D.; LEMAITRE, R.; LOW, M.E.Y.; MARTIN, J.W.; NG, P.K.L.; SCHWEITZER, C.E.; TAN, S.H.; TSHUDY, D.; WETZER, R. 2009 A classification of living and fossil general of decapod crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 21: 1–109.
- DE GRAVE, S.E e FRANSEN, C.H.J.M. 2011 Carideorum Catalogus: the Recent species of the dendrobranchiate, stenopodidean, procarididean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). *Zoologische Mededelingen*, 85(9): 195–589.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2011 FIGIS – Fisheries Statistics: Global Aquaculture Production: online query. FAO, Roma Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em 4 mar 2015.
- KUTTY, M.N. e MIAO, W. 2010 Culture of the Oriental river prawn *Macrobrachium nipponense*. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H.; D’ABRAMO, L.R.; KUTTY, M.N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. p.475-484.
- MARQUES, M.N.; COTRIM, M.B.; PIRES, M.A.F. 2007 Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. *Química Nova*, 30(5): 1171-1178.
- MARQUES, H.L.A. e MORAES-VALENTI, P. 2012 Current status and prospects of farming the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) and the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) in Brazil. *Aquaculture Research*, 43(7): 984-992.
- MARTIN, J.W. e DAVIS, G.E. 2001 An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County, *Science Series*, 39. 123 p.
- MELO, G.A.S. 2003 *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. Loyola, São Paulo, 429 p.
- MITTERMEIER, R.A.; GIL, R.P.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; C.G.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G.A.B. 2005

- Hotspots revised: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Boston: University of Chicago Press. 392p.
- MORAES-RIODADES, P.M.C. e VALENTI, W.C. 2001 Freshwater prawn farming in Brazilian Amazonia shows potential for economic, social development. *Global Aquaculture Advocate*, 4(5): 73-74.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. 2000 Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- NEW, M.B. e SINGHOLKA, S. 1982 Freshwater prawn farming. A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO Fisheries Technical Paper*, 225: 116p.
- NEW, M.B. 2000 History and global status of freshwater prawn farming. In: NEW, M.B. and VALENTI, W.C. (ed.). *Freshwater Prawn Farming: The Farming of Macrobrachium rosenbergii*. Londres, Blackwells. p. 01-11
- NEW, M.B.; D'ABRAMO, L.R.; VALENTI, W.C.; SINGHOLKA, S. 2000 Sustainability of freshwater prawn culture. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. (Eds.). *Freshwater prawn farming: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. Wiley-Blackwell, Oxford: Blackwell Science, p. 429-443.
- NEW, M.B. 2005 Freshwater prawn farming: global status, recent research and glaze at the future. *Aquaculture Research*, 36. p. 210-230.
- REIS, J.A.; HOFFMAN, P.; MARCOS, L.M.; TADDEI, F.G.; HOFFMAN, F.L. 2004 Estudo higiênico-sanitário dos camarões dulcícolas *Macrobrachium amazonicum* e *M. jelskii*. *Revista Higiene Alimentar*, 18: 58-68.
- ROCHA, S.S. e BUENO, S.L.S. 2004 Crustáceos decápodes de água doce com ocorrência no Vale do Ribeira de Iguape e rios costeiros adjacentes, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4): 1001–1010.
- SILVA, B. B. 2011 *Ecologia, pesca e dinâmica populacional do camarão-da-Amazônia - Macrobrachium amazonicum (Heller, 1862)(Decapoda: Palaemonidae) – capturado na região das ilhas de Belém-Pará-Brasil*. Belém. 260f. (Dissertação de Doutorado, Universidade Federal do Pará). Disponível em:<<http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3514>> Acesso em : 4 mar.2015.
- SILVA MATOS, D. M. e BOVI, M.L.A. 2002 Understanding the threats to biological diversity in southeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 11: 1747-1758.
- TADDEI, F.G. 2006 *Biologia populacional e reprodutiva e crescimento dos camarões palemonídeos Macrobrachium jelskii (Miers, 1877) e Macrobrachium brasiliense (Heller, 1868) (Crustacea:Caridea) na região Noroeste do Estado de São Paulo*. Botucatu. 217f. (Dissertação de doutorado, Universidade Estadual Paulista).
- TELLES, A. 1997 *A evolução geológica quaternária e a influência do Vale Grande na dinâmica sedimentar da área de Iguape, São Paulo*. São Paulo. 98p (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo).
- VALENTI, W.C. 1984 *Estudo populacional dos camarões de água doce Macrobrachium acanthurus (Wiegmann, 1836) e Macrobrachium carcinus (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Palaemonidae)*. São Paulo. 149p. (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo).

- VALENTI, W.C. 1993 Freshwater prawn culture in Brazil. *World Aquaculture*, 24(1): 30-34.
- VALENTI, W.C. 1996 *Criação de Camarões em Águas Interiores*. São Paulo, Funep, 81p.
- VALENTI, W.C. e MORAES-RIODADES, P.M.C. 2004 Freshwater prawn farming in Brazil. *Global Aquaculture Advocate*, 7: 52-53.
- VALENTI, W.C e TIDWELL, J.H. 2006 Economics and management of freshwater prawn culture in Western Hemisphere, In: LEUNG, P.S. and C. ENGLE, C. (Editors) *Shrimp Culture: Economic, Market, and Trade*. Oxford: Blackwell Science. p. 263-278.

CAPÍTULO 1

COMPOSIÇÃO DE CAMARÕES CARÍDEOS DO RIO MANDIRA, CANANÉIA, SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO.

RESUMO

O estudo da composição das espécies numa comunidade serve de informação básica para a melhor compreensão do funcionamento de um ambiente e sua conservação. O objetivo do trabalho foi realizar um estudo sobre a composição dos carídeos de água doce do Rio Mandira, município de Cananéia/SP, Brasil e relacionar a abundância de indivíduos com as variáveis ambientais. As coletas foram realizadas mensalmente, de abril/2013 a março/2014 no período noturno, em três estações no rio, distanciadas entre si por aproximadamente 1 km. Utilizaram-se três metodologias para coleta: peneira, coleta manual e armadilha. A coleta por meio de peneira foi realizada somente na estação com vegetação marginal, com esforço de duas pessoas por 40 minutos; a coleta manual foi feita com esforço de duas duplas por 40 minutos, e duas armadilhas iscadas com peixes permaneceram em cada estação por cerca de 3 horas. A composição dos carídeos foi analisada por meio do número total de espécies e de indivíduos coletados por estação e mês de coleta. A análise de correspondência canônica (CCA) foi utilizada para correlacionar a abundância das espécies com os fatores ambientais. Obteve-se um total de 7.759 animais no período analisado. A espécie mais abundante foi *Macrobrachium potiuna*, com 3.284 animais, seguido de *M. olfersi*, com 3.170; *Potimirim brasiliiana*, com 818; *M. heterochirus*, com 384 exemplares; *M. acanthurus*, com 99 e *M. carcinus* com quatro exemplares. A menor abundância encontrada foi na estação I, a qual diferiu significativamente das demais estações. Não houve diferença significativa entre o número de indivíduos e as estações do ano. A CCA não mostrou correlação entre a abundância de indivíduos e as variáveis ambientais. Os resultados sugerem que o Rio Mandira apresenta alta riqueza, pois apresenta condições ambientais que propiciam o estabelecimento de diversas espécies de carídeos totalmente dulcícolas como também por anfídomas.

PALAVRAS CHAVE: camarão de água doce, levantamento, riqueza.

ABSTRACT

The study of the composition of species in a community serves as basic information for a better understanding of an environment and its conservation. The main goal was to conduct a study on the composition of freshwater caridean in Mandira River, city of Cananéia/SP, Brazil and to correlate it with environmental variables. Samples were collected monthly from April/2013 to March/2014 at evening period in Mandira River, situated at the southern end of São Paulo state, at three stations on the river with a distance of approximately 1 km between. It was used three approaches to collecting: collection with trap, manual collection and collection through sieve. Collection with sieve was achieved only at the station with marginal vegetation and samples were collected by two persons during 40 minutes; manual collection was performed by two pairs during 40 minutes, and two traps were left in each station for three hours. The composition of caridean was calculated by the total number of species and individuals collected in each sampling station and monthly. The Canonical Correspondence Analysis (CCA) was used to correlate the abundance of species with environmental factors. It was obtained a total of 7,759 animals during the period. The most abundant species was *Macrobrachium potiuna* with 3,284 animals, followed by *Macrobrachium olfersi* with 3,170; *Potimirim brasiliiana* with 818; *Macrobrachium heterochirus* with 384; *Macrobrachium acanthurus* with 99 and *Macrobrachium carcinus* with four samples. The lowest abundance was found in section I, which differed significantly from other points. There was no significant difference between the number of individuals and the seasons. The CCA showed no correlation between the abundance of individuals and environmental variables. Data from the study suggest that Mandira River has several conditions that favor the establishment of many species of caridean, both freshwater prawn and by amphidromous species.

KEY WORDS: freshwater prawn, collection, richness.

1. Introdução

O conhecimento do número de espécies em uma comunidade ou ecossistema é a base para entender o funcionamento deste ambiente, podendo, desta forma, detectar o desaparecimento de determinadas espécies ou a presença de espécies exóticas e/ou introduzidas, as quais irão influenciar a dinâmica das comunidades. Outro fato importante são os papéis ecológicos que os indivíduos desempenham dentro de uma comunidade, suas relações inter e intraespecíficas e como podem alterar o ambiente em que vivem. Além disso, com o conhecimento das espécies de um determinado ecossistema, pode-se inferir sobre os diversos tipos de efeitos causados pela intervenção antrópica e/ou natural no entendimento dos aspectos bioecológicos de tais organismos (BERTINI, 2002).

De acordo com BOND-BUCKUP e BUCKUP (1989), a rápida deterioração da qualidade das águas, em consequência das influências antrópicas, exige a realização imediata de trabalhos de inventariamento faunístico.

No Estado de São Paulo há pouca informação sobre a diversidade de espécies, principalmente com relação aos decápodos de água doce nas bacias costeiras do litoral sul, onde o Vale do Ribeira está inserido (MAGALHÃES, 1999). Neste sentido, alguns estudos sobre a composição dos decápodos de água doce foram efetuados no estado, tal como com os atídeos (GALVÃO e BUENO, 2000); aeglídeos (BOND-BUCKUP e BUCKUP, 1994); tricodactilídeos (MAGALHÃES, 1998), as sínteses do Programa BIOTA/FAPESP (MAGALHÃES, 1999) e sobre os carídeos (ROCHA, 2002; ROCHA e BUENO, 2004).

Em outras partes do Brasil destacam-se os levantamentos dos decápodes dulcícolas realizados por COELHO e RAMOS-PORTO (1985), na região sul por BOND-BUCKUP e BUCKUP (1989), centro-oeste por MAGALHÃES (2000), sudeste por ROCHA e BUENO (2004), nordeste por TEIXEIRA e COUTO (2012) e norte por BARROS e PIMENTEL (2001), NÓBREGA *et al.* (2013); PIMENTEL e MAGALHÃES (2014).

Atualmente, há um grande interesse no estudo dos camarões de água doce do gênero *Macrobrachium*, pois muitas espécies deste gênero possuem interesse comercial (BUENO, 1981). Este gênero apresenta 17 espécies no território brasileiro (MANTELATTO *et al.*, 2008; PILEGGI e MANTELATTO, 2010), sendo que no Estado de São Paulo são reconhecidas 12 espécies (MAGALHÃES, 1999). *Macrobrachium acanthurus*, *M. amazonicum* e *M. carcinus*, são espécies nativas, exploradas principalmente pela pesca artesanal (VALENTI *et al.*, 1994). Tais espécies são consideradas de grande interesse, com alto potencial para a aquicultura, devido ao porte que atingem e à viabilidade de sua larvicultura (KUTTY e VALENTI, 2010; NEW, 2005), sendo que *M. acanthurus* e *M. carcinus* estão presentes no Rio Ribeira de Iguape (LOBÃO e VERMULM, 1979).

Dessa maneira, além dos estudos de levantamento há trabalhos de cunho biológico dessas espécies de interesse econômico que ocorrem no Vale do Ribeira tal como com *M. acanthurus*, destacando-se os trabalhos de fecundidade (VALENTI *et al.*, 1989a; BERTINI e BAEZA, 2014), reprodução (CARVALHO e PEREIRA, 1981; VALENTI *et al.*, 1986; BERTINI *et al.*, 2014) e crescimento (VALENTI *et al.*, 1987; 1989b). Para *M. carcinus* destacam-se trabalhos sobre reprodução (VALENTI *et al.*, 1986), maturação e crescimento (LOBÃO *et al.*, 1986; VALENTI, 1994).

Com base na importância dos camarões de água doce nos ecossistemas aquáticos e na grande diversidade de habitats encontrados na região do Vale do Ribeira, este trabalho visou estudar a composição dos camarões carídeos no Rio Mandira e verificou a ocorrência de espécies com potencial para aquicultura.

2. Objetivo Geral

O propósito deste trabalho foi realizar um estudo sobre a composição dos carídeos no Rio Mandira, município de Cananéia (SP) localizado na região sul do Vale do Ribeira, com vista a aumentar o conhecimento biológico e ecológico sobre essas espécies.

2.1. Objetivos Específicos

a) Realizar um levantamento das espécies de carídeos existentes no Rio Mandira;

b) Investigar a associação das variáveis ambientais (temperatura, condutividade, salinidade, oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação de oxigênio, pH, alcalinidade, profundidade do rio, vazão do rio, ortofosfato, fósforo, amônia, nitrito e nitrato) sobre a abundância e a distribuição espaço-temporal da comunidade dos camarões;

c) Verificar a ocorrência de espécies com interesse para a aquicultura;

3. Material e Métodos

3.1. Metodologia de coleta

As coletas foram realizadas mensalmente (abril/2013 a maio/2014) no Rio Mandira, município de Cananéia/SP (Figura 1). As coletas ocorreram no período noturno, pois é o período de maior atividade destes camarões. Foram delimitadas três estações de amostragem georreferenciadas com um GPS (*Global Position System*), sendo:

- Estação I ($24^{\circ}59'49,7''\text{S}$ e $48^{\circ}03'16''\text{W}$): Localizada próximo à “Cachoeira do Mandira”, o fundo e a margem do rio são formados por rochas e areia grossa. A vegetação marginal é composta por árvores de grande porte;

- Estação II ($24^{\circ}59'36,1''\text{S}$ e $48^{\circ}03'21''\text{W}$): Localizada cerca de 1 km abaixo da primeira estação de coleta, é caracterizada por águas mais calmas, substrato composto por areia grossa e cascalho. A vegetação marginal é composta por árvores de grande porte;

- Estação III ($24^{\circ}59'19,1''\text{S}$ e $48^{\circ}03'28,5''\text{W}$): Localiza-se 2 km abaixo da primeira estação, sendo a mais próxima do estuário. É caracterizada por águas calmas e o fundo do rio é composto de areia grossa. Diferente das outras estações, esta área apresenta vegetação marginal abundante (principalmente gramíneas).

A profundidade em cada estação variou em função da época do ano, entre 0,3 a 1m.

As coletas foram realizadas de maneira a propiciar uma avaliação qualitativa e quantitativa dos carídeos em seus diversos habitats no rio. Para isso, utilizaram-se três metodologias de captura: peneira, coleta manual e armadilha.

A coleta por meio de peneira (área = $1,4\text{ m}^2$; malha de 3 mm) foi realizada passando-a sob a vegetação marginal com esforço de captura de 2 pessoas por 40 minutos. Este método foi efetuado somente na estação III, única com presença de vegetação marginal para permitir esse método de coleta.

A coleta manual foi efetuada com esforço de duas duplas de coletores por 40 minutos percorrendo um trecho de aproximadamente 100 metros do rio. A captura dos animais foi realizada com auxílio de um passaguá (rede com boca em formato de “D”, com abertura de 0,45 m², malha de 3 mm e fundo cônico com aproximadamente 40 cm). Visando à saída dos camarões de seus esconderijos e facilitar a captura, vinte minutos antes da coleta era lançado na área um atrativo alimentar, composto por uma mistura de ração de peixe em pó, farinha de mandioca e água.

Adicionalmente, em cada estação de coleta foram colocadas duas armadilhas do tipo covo (1,0 m de comprimento, 50 cm de diâmetro, malha de 8 mm) iscadas com pedaços de peixe. Os covos permaneceram submersos por aproximadamente três horas, com o objetivo de capturar os indivíduos associados ao fundo.

Todos os exemplares capturados foram colocados em sacos plásticos, identificados por data e local de coleta, insensibilizados em gelo e levados para o laboratório. Posteriormente foram mantidos congelados até o momento do manuseio.

No laboratório os animais foram mensurados na região do comprimento total (CT), medida compreendida entre a distância da extremidade distal do rostro até a extremidade distal do télson, com o auxílio de um paquímetro. Camarões com o rostro e/ou télson quebrados não foram considerados.

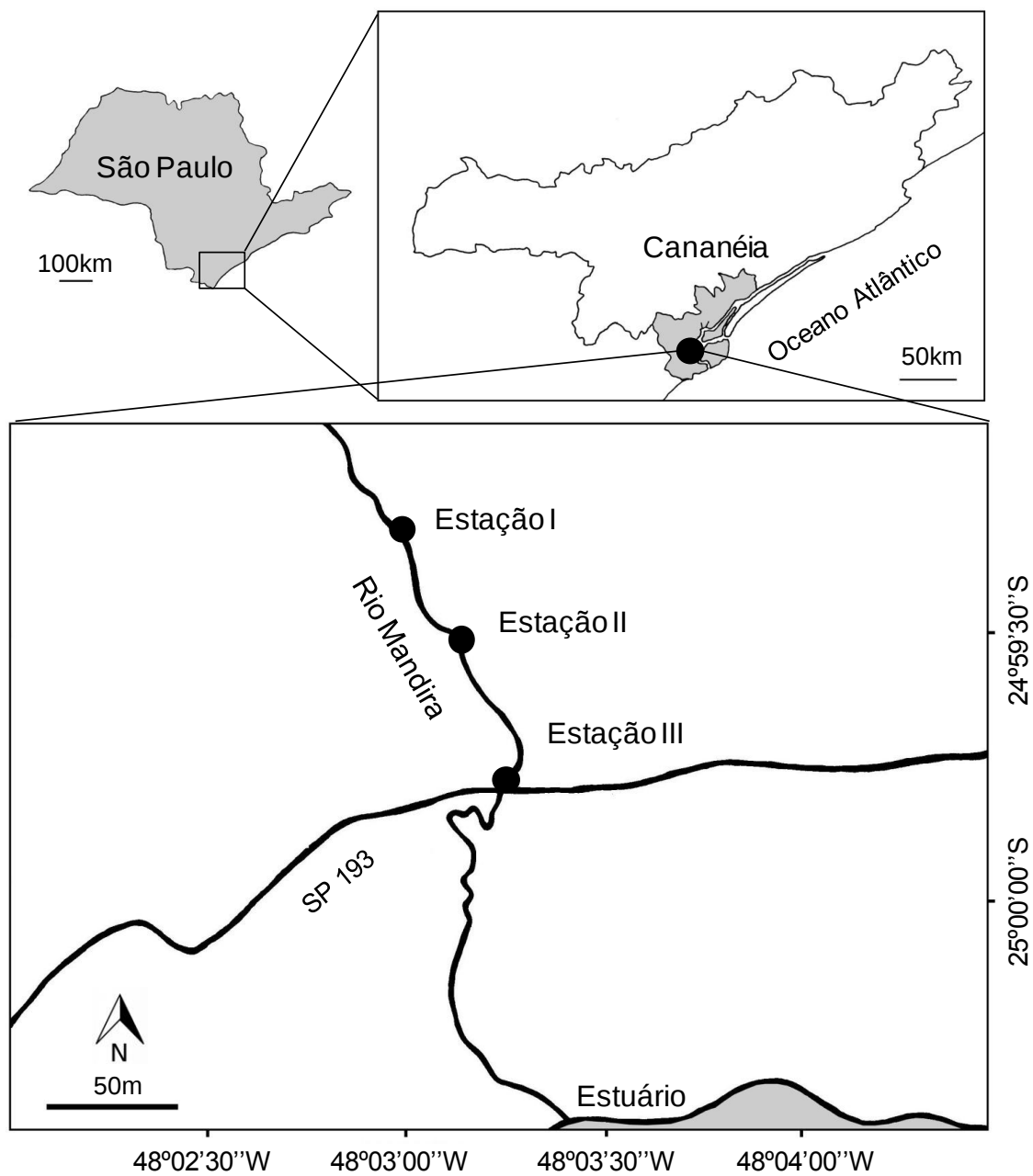


Figura 1. Localização da área de estudo no Rio Mandira, município de Cananéia/SP.

3.2. Variáveis ambientais

Em cada estação de coleta foram determinados o teor de oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação de oxigênio e temperatura da água, na sub-superfície da água com um oxímetro de campo marca Winlab, posteriormente foi medida a profundidade do rio com auxílio de uma fita métrica.

Adicionalmente, foram coletados dois litros de água, também da sub-superfície mantidas em garrafas escuras que foram levadas em caixas térmicas com gelo ao Laboratório de Análise de Água da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) de Pariqueira-Açu.

No laboratório, as amostras de água foram analisados quanto à condutividade (condutivímetro), potencial hidrogeniônico (peagâmetro de bancada), salinidade (refratômetro óptico), amônia (metodologia de KOROLEFF, 1976), ortofosfato e fósforo (metodologia GOLTERMAN *et al.*, 1978), nitrito e nitrato (metodologia MACKERETH *et al.*, 1978).

A vazão nas diferentes estações de coleta foi calculada pelo método do flutuador (MOREIRA *et al.*, 2001)

3.3. Análise dos dados

3.3.1. Composição, Riqueza e Índice de Dominância

Todos os carídeos capturados foram identificados de acordo com a bibliografia específica (HOLTHUIS, 1952). Os camarões do gênero *Potimirim* foram identificados como *Potimirim brasiliiana*, pois um estudo sobre a filogenia molecular deste gênero sugeriu que as espécies encontradas no Brasil sejam revalidadas para *Potimirim brasiliiana* (TORATI e MANTELATTO, 2012), desta maneira este trabalho adotou esta nomenclatura.

Para a análise da composição, foram contabilizados o número total de espécies e de indivíduos por estação e mês de coleta. Foram determinadas a frequência absoluta, a frequência relativa (%) dos animais e a riqueza, representada pelo número de espécies na comunidade.

A abundância dos indivíduos foi comparada entre as estações de coleta e entre as estações do ano (outono: abril a junho; inverno: julho a setembro; primavera: outubro a dezembro; verão: janeiro a março). Quando os dados apresentaram as premissas de normalidade (Shapiro Wilk, $p > 0,05$) e homocedasticidade (Bartlett, $p > 0,05$), aplicou-se a análise de variância paramétrica (ANOVA), e quando não apresentaram tais premissas, utilizou-se a análise não paramétrica (Kruskal Wallis). Quando necessário, foi realizado o teste de *Tuckey* para comparações múltiplas. As análises foram calculadas pelo *software* Statistic (versão 7.0).

Para verificar a espécie dominante, o índice de dominância de Berger – Parker (*D*) foi calculado pela expressão:

$$D = N_{m\acute{a}x}/N_T$$

Sendo, *D* = Grau de dominância

$N_{m\acute{a}x}$ = Número de indivíduos da espécie mais abundante

N_T = Número total de indivíduos

3.3.2. Análises multivariadas

3.3.2.1. Análise de agrupamento

A análise de agrupamento foi realizada utilizando a abundância de cada espécie pelas estações de coleta. As espécies foram agrupadas pelo índice de similaridade *Bray-Curtis* com método de ligação UPGMA (*underweighted-pair group method average*), pois é a técnica que melhor traduz no dendograma as afinidades da matriz original (GAUCH e WHITTAKER, 1981). A distorção do dendograma foi avaliada pelo coeficiente cofenético, o qual avalia a consistência do padrão de agrupamento de métodos hierárquicos, onde valores próximos à unidade indicam melhor representação (BARROSO e ARTES, 2003), sendo que o menor valor adotado para considerar o dendograma uma boa representação da matriz de similaridade original foi de 0,75 (MC GARIGAL *et al.*, 2000). As matrizes de similaridade foram calculadas pelo *software* de livre distribuição PAST (versão 2.16).

3.3.2.2. Associação das espécies x Variáveis ambientais

A análise de correspondência canônica (CCA) foi utilizada para verificar a associação entre as variáveis bióticas e abióticas. Assim, duas matrizes de dados foram utilizadas, a matriz de abundância das espécies (biótica) e a das variáveis ambientais (abióticas). A CCA foi executada pelo *software* de livre distribuição PAST (versão 2.16).

As variáveis de água com valores nulos e espécies com frequência de ocorrência menor que 1,3% foram excluídas das análises multivariadas.

4. Resultados

4.1. Composição, Riqueza e Índice de Dominância

Foram coletados 7.759 indivíduos durante o período de estudo, distribuídos em duas famílias: Palaemonidae, representada pelo gênero *Macrobrachium* e cinco espécies (*M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. olfersi*, *M. potiuna*), e Atyidae, com o gênero *Potimirim* e uma espécie (*P. brasiliiana*) (Figuras de 2 a 7).

A espécie mais abundante foi *M. potiuna* com 3.284 indivíduos, seguido de *M. olfersi* com 3.170 indivíduos, *P. brasiliiana* com 818, *M. heterochirus* com 384, *M. acanthurus* com 99 e *M. carcinus* com apenas quatro exemplares (Tabela 1). Com relação a distribuição espacial dos animais, a estação I apresentou menor abundância de indivíduos em relação aos outros dois pontos ($p < 0,05$) (Figura 8).

A porcentagem de cada espécie coletada em relação ao total de animais pode ser vista na Figura 9. As maiores riquezas registradas foram nas estações II e III, com cinco espécies, sendo que a estação I apresentou quatro espécies.

O período de maior abundância de indivíduos foi no inverno (2.745 animais), seguido da primavera (1.796 animais), verão (1.754 animais) e outono com 1.464 animais (Tabela 2). No entanto, não houve diferença significativa do número de indivíduos entre as estações do ano.

Tabela 1. Número total de indivíduos por espécie e estação de coleta, capturados no Rio Mandira, Cananéia/SP, de abril/13 a março/14.

Espécie	Tamanho (CT - mm)		Estações			Total
	Mín	Máx	I	II	III	
<i>Macrobrachium acanthurus</i> (Wiegmann, 1836)	21,99	108,23	0	0	99	99
<i>Macrobrachium carcinus</i> (Linnaeus, 1758)	48,25	137,17	1	3	0	4
<i>Macrobrachium heterochirus</i> (Wiegmann, 1836)	42,54	114,48	295	83	6	384
<i>Macrobrachium olfersi</i> (Wiegmann, 1836)	12,4	63,94	520	1573	1077	3170
<i>Macrobrachium potiuna</i> (Muller, 1880)	7,19	79,74	0	187	3097	3284
<i>Potimirim brasiliana</i> Villalobos, 1959	8,64	21,5	5	382	431	818



Figura 2. *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836).



Figura 3. *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758).



Figura 4. *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836).

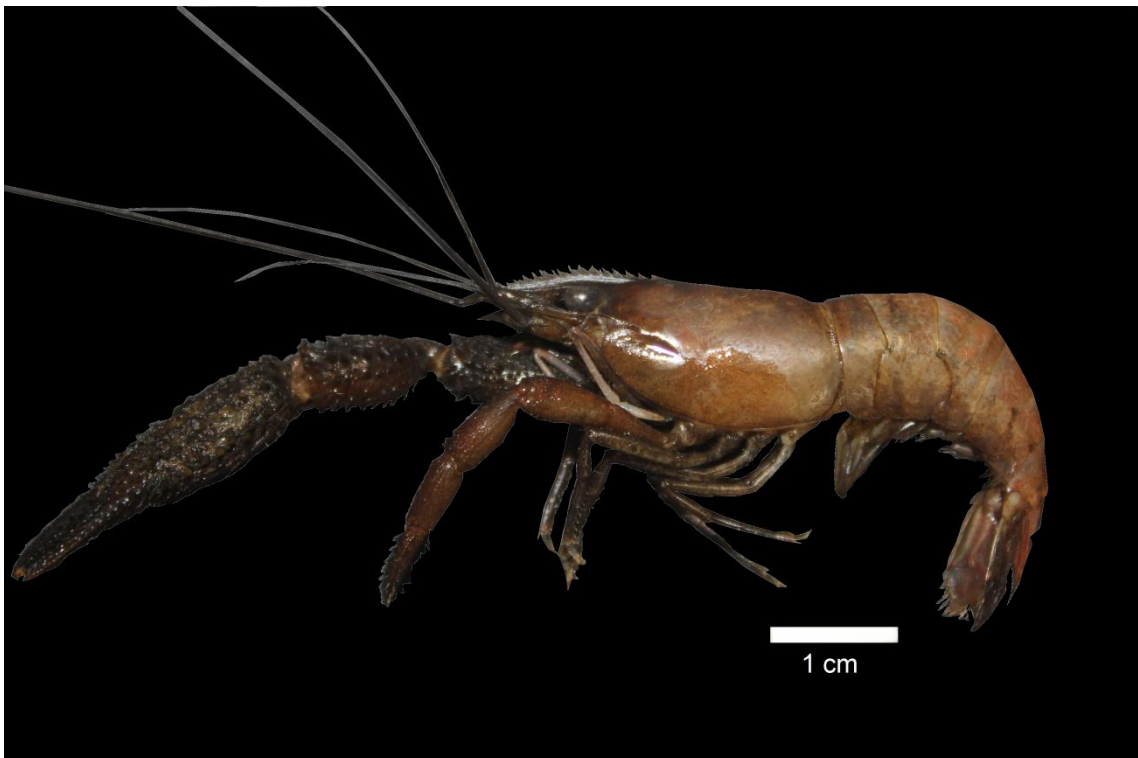


Figura 5. *Macrobrachium olfersi* (Wiegmann, 1836).



Figura 6. *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880).



Figura 7. *Potimirim brasiliiana* Villalobos, 1959.

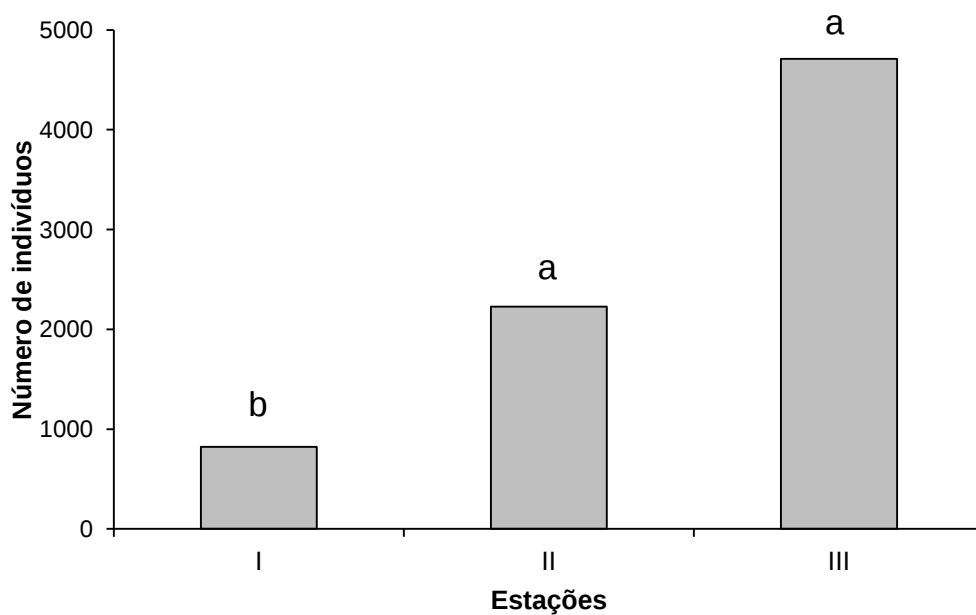


Figura 8. Frequência absoluta de indivíduos por estação de coleta no Rio Mandira/SP, no período de abril/13 a março/14. (Letras diferentes indicam diferença significativa, $p < 0,05$).

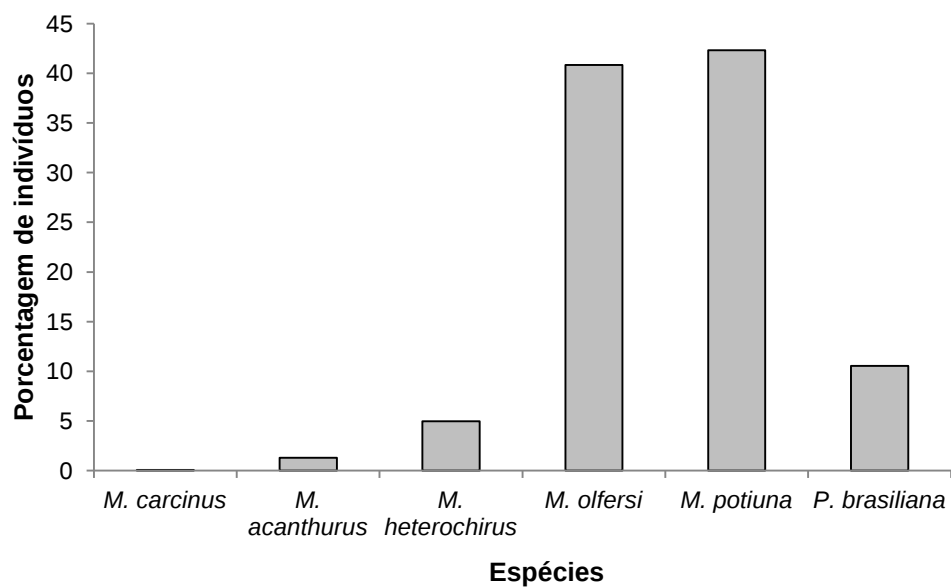


Figura 9. Frequência relativa das espécies coletadas no Rio Mandira/SP, no período de abril/13 a março/14.

Tabela 2. Número de indivíduos por espécie segundo as estações do ano e as estações de coleta no Rio Mandira/SP.

Espécies	Estações de coleta	Estações do ano				Subtotal
		Outono	Inverno	Primavera	Verão	
<i>M. acanthurus</i>	I	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0
	III	18	55	17	9	99
<i>M. carcinus</i>	I	1	0	0	0	1
	II	3	0	0	0	3
	III	0	0	0	0	0
<i>M. heterochirus</i>	I	86	65	25	119	295
	II	16	22	4	41	83
	III	4	0	0	2	6
<i>M. olfersi</i>	I	134	193	141	52	520
	II	470	440	313	350	1573
	III	186	455	183	253	1077
<i>M. potiuna</i>	I	0	0	0	0	0
	II	22	50	56	59	187
	III	314	1106	951	726	3097
<i>P. brasiliana</i>	I	1	1	3	0	5
	II	133	206	29	14	382
	III	76	152	74	129	431
Total		1464	2745	1796	1754	7759

Considerando todas as estações de coleta agrupadas, a espécie que apresentou maior dominância foi *M. potiuna* (0,42). Em relação às estações de coleta, nas estações I e II a dominância foi da espécie *M. olfersi* (0,63 e 0,71 respectivamente), diferentemente da estação III, que apresentou dominância da espécie *M. potiuna*, com índice de 0,66.

4.2. Análises multivariadas

4.2.1. Análise de agrupamento

Após a eliminação das espécies com frequência menor que 1,3% (*M. carcinus* e *M. acanthurus*), quatro espécies foram incluídas nas análises multivariadas.

A análise de agrupamento da matriz de similaridade entre as quatro espécies indicou a formação de um grupo com aproximadamente 33% de similaridade (coeficiente cofenético: 0,90). Este grupo foi formado pelas espécies *M. potiuna*, *M. olfersi* e *P. brasiliiana*, as quais foram as mais abundantes. Já a espécie *M. heterochirus* ficou separada das demais, sendo a menos abundante (Figura 10).

O agrupamento por local (Figura 11) demonstrou uma associação entre as estações II e III, com aproximadamente 48% de similaridade. A estação I ficou separada das demais; este local foi caracterizado por apresentar o menor número de indivíduos coletados, contudo, o padrão de agrupamento não foi consistente (coeficiente cofenético: 0,72).

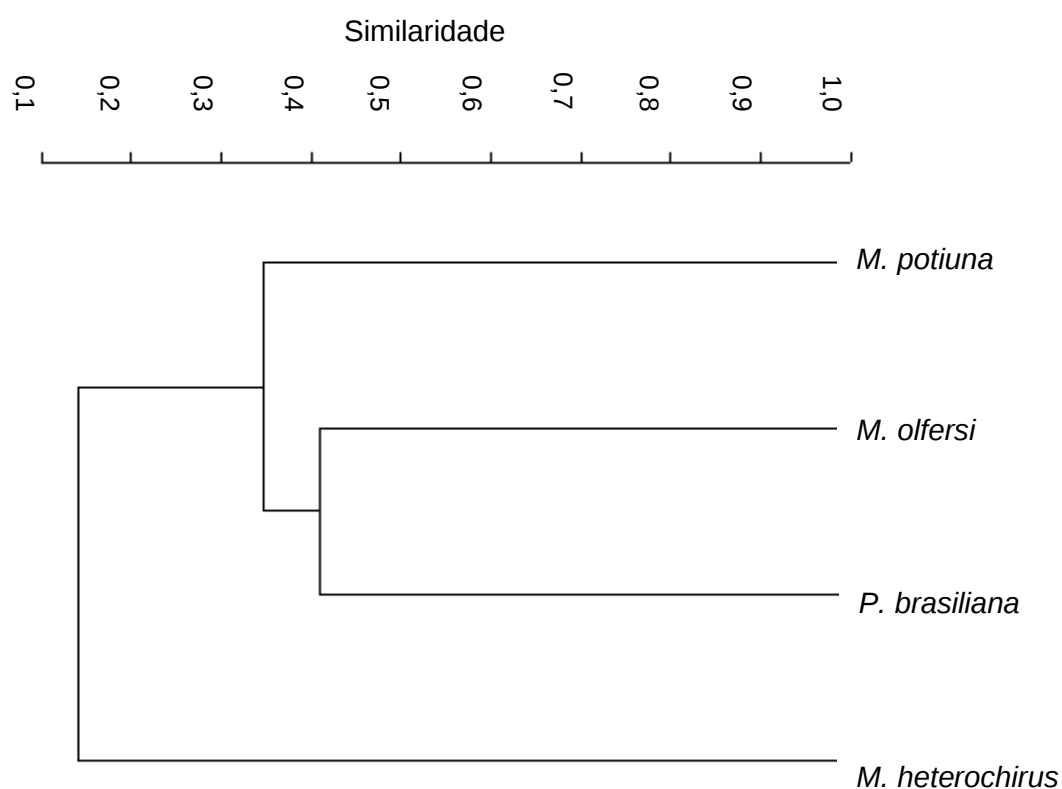


Figura 10. Dendrograma de agrupamento (*Bray-Curtis*) do total de indivíduos coletados nas três estações no Rio Mandira/SP, no período de abril/2013 a março/2014.

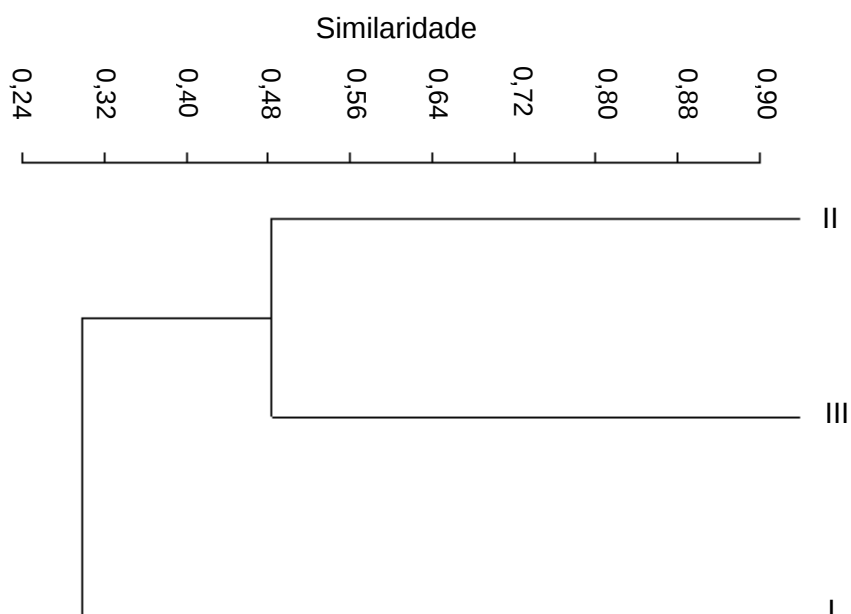


Figura 11. Dendrograma de agrupamento (*Bray-Curtis*) entre as estações de coleta do Rio Mandira/SP, no período de abril/2013 a março/2014.

4.2.2. Associação das espécies x Variáveis ambientais

A Tabela 3 apresenta os valores médios das variáveis ambientais por estação de coleta e o apêndice 1 apresenta as variações temporais de cada fator ambiental analisado no Rio Mandira.

Considerando as três estações de coleta, verificou-se que os maiores valores médios de temperatura foram registrados a partir de outubro, enquanto que as menores temperaturas foram registradas em julho e setembro.

O pH apresentou o menor valor médio em julho/13 ($5,27 \pm 0,32$) e o maior valor médio ocorreu em abril/13 ($7,57 \pm 0,15$).

Os valores médios do teor de oxigênio dissolvido mantiveram-se sempre altos, variando de $8,27 \pm 0,27$ mg/L em janeiro/14 a $9,96 \pm 0,34$ mg/L em agosto/13.

A vazão apresentou valores médios elevados a partir de dezembro/13 até o final das coletas em março/14, com variação de $2,45 \pm 0,58$ L.s⁻¹ em setembro/13 a $13,2 \pm 3,9$ L.s⁻¹ em fevereiro/14.

A alcalinidade variou de $12,33 \pm 0,58$ mg.L⁻¹ em janeiro/14 a $29,67 \pm 4,73$ mg.L⁻¹ em agosto/13 e a condutividade variou de $31,54 \pm 0,69$ µS.cm⁻¹ em fevereiro/14 a $41,18 \pm 5,16$ µS.cm⁻¹ em agosto/13.

A profundidade média variou de $21,9 \pm 12,78$ cm em agosto/13 a $74,67 \pm 12,86$ cm em fevereiro/14.

Durante todo o período de estudo, a salinidade foi de 0 ppt. Os compostos nitrogenados (nitrito, nitrato e amônia) e fosfatados (ortofosfato e fósforo), apresentaram valores médios nulos; desta forma estas variáveis não foram adicionadas nas análises.

Tabela 3. Parâmetros ambientais (média $\pm$ desvio padrão) por estação de coleta no Rio Mandira, Cananéia/SP, no período de abril/13 a março/14.

	Estação I	Estação II	Estação III
	Média $\pm$ dp	Média $\pm$ dp	Média $\pm$ dp
pH	6,52 $\pm$ 0,76	6,56 $\pm$ 0,63	6,43 $\pm$ 0,61
Temperatura (°C)	21,23 $\pm$ 2,85	21,03 $\pm$ 2,8	21,1 $\pm$ 2,77
OD (mg.L ⁻¹)	9,09 $\pm$ 1,2	8,82 $\pm$ 1,13	8,85 $\pm$ 1,19
OD (%)	101,93 $\pm$ 13,2	99,72 $\pm$ 12,56	99,03 $\pm$ 13,04
Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	18,67 $\pm$ 6,72	17,25 $\pm$ 4,61	17,67 $\pm$ 5,42
Condutividade (μ S.cm ⁻¹)	39,07 $\pm$ 4,8	37,04 $\pm$ 2,71	37,46 $\pm$ 2,68
Ortofosfato (mg.L ⁻¹)	0,03 $\pm$ 0,09	0,03 $\pm$ 0,1	0,03 $\pm$ 0,08
Fósforo (mg.L ⁻¹)	0,008 $\pm$ 0,02	0,006 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,03
Nitrito (mg.L ⁻¹)	0,002 $\pm$ 0,004	0,002 $\pm$ 0,002	0,008 $\pm$ 0,02
Nitrato (mg.L ⁻¹)	0,09 $\pm$ 0,1	0,08 $\pm$ 0,07	0,063 $\pm$ 0,05
Amônia (mg.L ⁻¹)	0	0	0
Salinidade (ppt)	0	0	0
Vazão (L.sec ⁻¹)	4,52 $\pm$ 1,9	5,42 $\pm$ 4,64	5,91 $\pm$ 3,6
Profundidade (cm)	47,88 $\pm$ 10,61	34,23 8,56 $\pm$	46,2 $\pm$ 10,07

O resultado da análise de correspondência canônica mostrou que não houve correlação entre a abundância das espécies com as variáveis ambientais em 999 permutações (eixo I: $p=0,95$; eixo II: $p=0,70$). Entretanto, os dois primeiros eixos canônicos quando somados explicaram 83,94% da variância dos dados.

Houve uma tendência de associação entre a espécie *M. heterochirus* (MH) com a estação I, *M. offersi* (MO) com a estação I e II e *M. potiuna* (MP) com a estação III (Figura 12a). Já as variáveis ambientais apresentaram uma tendência de associação entre *M. heterochirus* (MH) com a condutividade e o oxigênio saturado, *M. offersi* (MO) com a alcalinidade e *M. potiuna* (MP) com a vazão (Figura 12b).

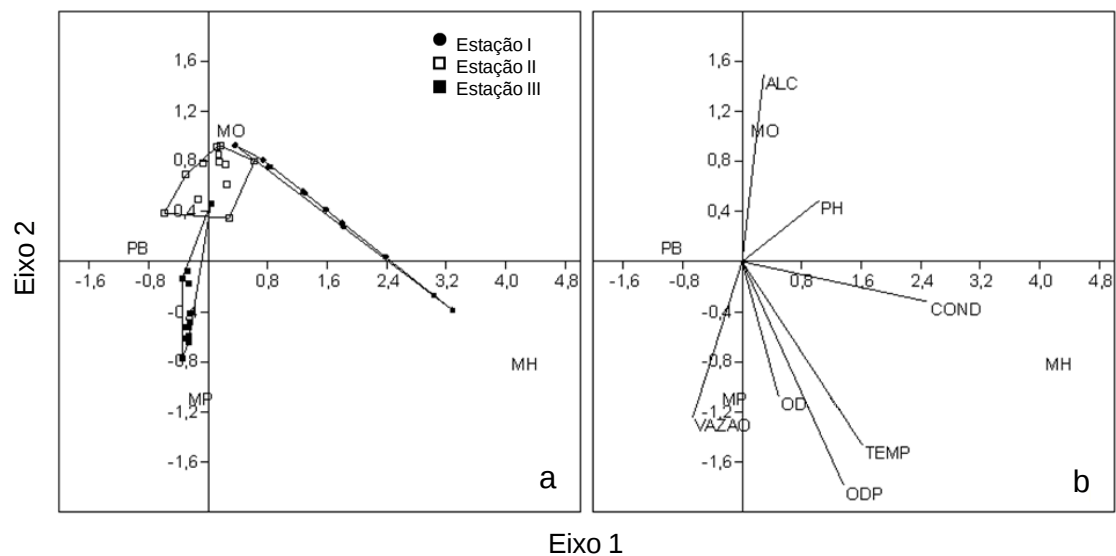


Figura 12. Análise de Correspondência Canônica. Correlação entre a abundância dos carídeos entre as estações de coleta (a) e as variáveis ambientais (b) do Rio Mandira de abril/13 a março/14. ALC = alcalinidade; COND = condutividade; ODP = oxigênio saturado; OD = oxigênio dissolvido; TEMP = temperatura; VAZAO = vazão; MH = *M. heterochirus*; MO = *M. olfersi*; MP = *M. potiuna*; PB = *P. brasiliiana*.

5. Discussão

No Rio Mandira, Cananéia, SP foram encontradas seis espécies de camarões, enquanto no levantamento realizado no Vale do Ribeira por ROCHA e BUENO (2004), foram relatadas nove espécies de camarões carídeos distribuídas em sete áreas de proteção ambiental.

As espécies que diferiram do presente estudo foram *Potimirim glabra*, *Potimirim potimirim*, *Palaemon pandaliformis* e *Atya scabra*. Todos os exemplares do gênero *Potimirim* coletados neste estudo foram identificados como sendo a espécie *Potimirim brasiliiana* de acordo com TORATI e MANTELATTO (2012). Já *Palaemon pandaliformis* não foi capturado nesta porção do Rio Mandira, pois trata-se de uma espécie que habita regiões estuarinas, com maior influência de salinidade como apontado por FREIRE *et al.*, (2013). Já a ausência de *Atya scabra* no Rio Mandira, pode estar relacionada à metodologia de amostragem, a qual não foi direcionada a esta espécie, pois de acordo com ROCHA (2010), essa espécie ocorre em águas turbulentas e sua coleta é baseada no revolvimento de pedras, aleatoriamente com auxílio de uma peneira, desalojando-as de seu esconderijo.

Comparando os resultados do presente trabalho com estudos efetuados em outra região do Brasil verificou-se que três espécies coletadas no Rio Mandira (*M. acanthurus*, *M. carcinus* e *M. olfersi*) também foram capturadas no Pará (NÓBREGA *et al.*, 2013; PIMENTEL e MAGALHÃES, 2014).

A abundância dos indivíduos não diferiu entre as estações do ano, o que pode estar relacionada às pequenas variações dos fatores ambientais no Rio Mandira, o que proporciona um ambiente adequado aos camarões durante todo o ano.

O agrupamento formado entre as espécies demonstra que a similaridade formada entre *M. potiuna*, *M. olfersi* e *P. brasiliiana*, está relacionada à sua abundância, sendo que estas três espécies são as que apresentaram maior frequência no Rio Mandira. Além disso, estas espécies também foram as mais frequentes na estação de coleta III, cuja área difere das demais devido à presença de vegetação marginal abundante, o que torna este local com mais opções de proteção, abrigo, principalmente para espécies de menor porte,

como *P. brasiliiana* e *M. potiuna*. A ocorrência destas espécies é comum em locais com vegetação abundante onde ficam associadas às raízes (BOND e BUCKUP, 1989; LIMA e OSHIRO, 2002; LIMA *et al.*, 2006), que além de abrigo podem servir como alimento para os animais (BOND e BUCKUP, 1982; CALLUF, 1997).

A dominância de *M. potiuna* no Rio Mandira pode estar relacionada ao seu ciclo de vida, pois diferentemente das outras espécies anfídrovas de *Macrobrachium* coletadas no presente estudo, *Macrobrachium potiuna* faz parte de um grupo de camarões com ciclo de vida abreviado; as fêmeas incubam poucos ovos de grande tamanho e as larvas eclodem em um estágio avançado de desenvolvimento, geralmente composto de apenas dois ou três instares de zoea (JALIHALL *et al.*, 1993; BAUER, 2011). Como o ciclo de vida é abreviado, todo o desenvolvimento ocorre na água doce e suas larvas não necessitam do contato com a água salobra como as espécies anfídrovas (NAZARI *et al.*, 2003). Dessa maneira, as larvas e juvenis de *M. potiuna* permanecem no mesmo ambiente que os adultos, ao contrário dos camarões anfídrovos, cujas larvas deslocam-se em direção ao estuário para se desenvolverem.

A menor abundância de *M. carcinus* no estudo pode estar ligada ao fato da espécie apresentar hábito críptico noturno, pois os mesmos se escondem sob pedras e troncos no fundo do rio durante o dia e saem à noite para se alimentar (LOBÃO *et al.*, 1986; ROCHA, 2010). Desta forma, o tempo de permanência das armadilhas na água pode não ter sido suficiente para a captura desta espécie, devendo as mesmas permanecer durante toda a noite e só serem retiradas no dia seguinte.

Na região do Vale do Ribeira, *M. acanthurus* é uma espécie abundante, principalmente no Rio Ribeira de Iguape, como observado por VALENTI *et al.* (1986, 1987); BERTINI e BAEZA (2014); BERTINI *et al.* (2014), contudo, houve baixa ocorrência desta espécie no Rio Mandira. Resultados similares também foram observados por ROCHA (2010) em um pequeno rio na Estação Ecológica Juréia-Itatins, no Vale do Ribeira. Sendo assim, pode-se inferir que os rios de grande porte da região do Vale do Ribeira, como o Rio Ribeira de

Iguape, podem oferecer melhores condições para o desenvolvimento de *M. acanthurus*, como a presença de mais abrigos e rápida drenagem para o estuário.

As estações de coleta II e III apresentaram grande abundância de indivíduos. No entanto, as características físicas entre estas estações diferem, sendo que a estação II não apresenta vegetação marginal, mas possui o leito do rio formado por cascalho, o que possibilita a formação de nichos para abrigar os animais. Já a estação III possui o fundo formado por areia grossa, mas apresenta vegetação marginal abundante, servindo de abrigo e protegendo os animais de pequeno porte tal como *M. potiuna*, *M. olfersi* e *P. brasiliiana*.

Em contrapartida, a menor abundância de indivíduos na estação I pode ser explicada pela proximidade da cachoeira do Mandira, cuja queda pode contribuir para o aumento na velocidade da água em épocas chuvosas. Assim, a força das águas poderia carregar facilmente os camarões com menor porte e reduzir a população nesta área. De acordo com BROOKS (2005), a velocidade e a profundidade do rio são fatores determinantes no padrão de distribuição espacial de macroinvertebrados de ambientes lóticos.

Assim, espécies mais adaptadas a estas condições ambientais conseguiriam se manter com mais facilidade nesta estação de coleta, como *M. heterochirus*, pois este local possui todas as características físicas necessárias para sua sobrevivência, tal como apontado por MEJÍA-ORTÍZ e ALVAREZ (2010), os quais relataram que este camarão habita regiões de rios de montanha que tenham alta oxigenação da água.

As análises de correspondência canônica confirmaram essa preferência, pois mostraram uma tendência de relação de *M. heterochirus* com as altas concentrações de oxigênio saturado, como ocorre em regiões de cachoeiras; por isso, esta espécie é popularmente chamada de “camarão cascata”. Além disso, a maior abundância nesta área também pode estar relacionada com a biologia desta espécie, apresentando indivíduos de grande porte, mais robustos, que suportariam a correnteza deste ambiente.

Macrobrachium heterochirus é um camarão de grande porte, sendo esta uma característica favorável para a sua aquicultura. Comparando *M. heterochirus* com algumas espécies que possuem interesse econômico no Brasil, verificamos que este camarão apresenta menor comprimento que *M. carcinus* e maior que *M. acanthurus*, espécies que já são exploradas artesanalmente pelas populações ribeirinhas no Vale do Ribeira (BERTINI e VALENTI, 2010). Além disso, como é uma espécie nativa, não apresenta risco de invasão em ambientes naturais. Sendo assim, *M. heterochirus* pode compor o rol de espécies nativas para serem cultivadas comercialmente no futuro, sendo necessários estudos iniciais para o desenvolvimento de técnicas adequadas para sua larvicultura.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que há uma alta riqueza de camarões carídeos (anfídromos e de água doce) no Rio Mandira, com espécies de importância econômica e ecológica. Além disso, de acordo com as informações levantadas, a presença de *M. heterochirus* é importante para a região, pois é uma espécie com potencial econômico, contudo pouco estudada. Assim, estudos futuros sobre esta espécie serão de grande importância, visto que foi recentemente adicionada na lista de espécies ameaçadas de extinção do Estado de São Paulo pela Secretaria do Meio Ambiente (Decreto nº 60.133, de 7 de fevereiro de 2014).

6. Referências Bibliográficas

- BARROS, M.P. e PIMENTEL, F.R. 2001 A fauna de Decapoda (Crustacea) do Estado do Pará, Brasil: Lista preliminar das espécies. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia*, 17(1): 15-41.
- BARROSO, L.P. e ARTES, R. 2003 *Análise multivariada*. Lavras: UFLA. 151p.
- BAUER, R.T. 2011 Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. I. Costs, benefits, evolutionary origins and an unusual case of amphidromy. *New frontiers in crustacean biology*. Koninklijke Brill NV, Leiden, 145-156.
- BERTINI, G. 2002 *Comunidades de Carangueijos (Crustacea: Decapoda: Brachyura) no litoral norte do Estado de São Paulo*. Botucatu. 184f. (Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista).
- BERTINI, G. e VALENTI, W.C. 2010 Importância econômica dos camarões de água doce. In: SILVA R.B.; MING, L.C. (Org.). *Polo de Biotecnologia da Mata Atlântica*. FUNEP, p. 155-170.
- BERTINI, G.; BAEZA, J.A.; PEREZ, E. 2014 A test of large-scale reproductive migration in female of the amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Caridea: Palaemonidae) from southeastern Brazil. *Marine and Freshwater Research*, 65: 81–93.
- BERTINI, G. e BAEZA, J.A. 2014 Fecundity and fertility in a freshwater population of the neotropical amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* from the southeastern Atlantic. *Invertebrate Reproduction & Development*, 58(3): 207–217.
- BOND, G. e BUCKUP, L. 1982 O cultivo de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) e suas relações com a temperatura. (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 43(2): 177-190.
- BOND-BUCKUP, G. e BUCKUP, L. 1989 Os Palaemonidae de águas continentais de Brasil Meridional (Crustacea, Decapoda). *Revista Brasileira de Biologia*, 49(4): 883-896.
- BOND-BUCKUP, G. e BUCKUP, L. 1994 A Família Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Arquivos de Zoologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo*, 32 (4): 159-346.
- BROOKS, A.J.; HAEUSLER, T.; REINFELDS, I.; WILLIAMS, S. 2005 Hydraulic microhabitats and the distribution of macroinvertebrate assemblages in riffles. *Freshwater Biology*, 50: 331-344.
- BUENO, S.L.S. 1981 *Desenvolvimento larval de Macrobrachium potiuna (Müller, 1880) e Macrobrachium iheringi (Ortmann, 1897) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae)*. São Paulo. 107f (Tese de mestrado, Universidade de São Paulo).
- CALLUF, C.C.H. 1997 *Estrutura populacional de Macrobrachium potiuna (Müller, 1880) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) dos rios Perequê e Dois de fevereiro, estado do Paraná*. Paraná. 37p. (Monografia, Universidade Federal do Paraná). Disponível em: <<http://www.dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/32400/monografia%20cassiano%20cesar%20horst%20caluff.pdf>> Acesso em: 4 mar.2015.

- CARVALHO, H.A. e PEREIRA, M.C.G. 1981 Descrição dos estádios ovarianos de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Palaemonidae) durante o ciclo reprodutivo. *Ciência e Cultura*, 33(10): 1353-1358.
- COELHO, P. e RAMOS–PORTO, M. 1985 Camarões de água doce do Brasil: Distribuição geográfica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(6): 405-410.
- FREIRE, C.A.; SOUZA-BASTOS, L.R.; AMADO, E.M.; PRODOCIMO, V.; SOUZA, M.M. 2013 Regulation of muscle hydration upon hypo-or hyper-osmotic shocks: differences related to invasion of the freshwater habitat by decapod crustaceans. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 319(6): 297-309.
- GALVÃO, R. e BUENO, S.L. 2000 Population structure and reproductive biology of the Camacuto shrimp, *Atya scabra* (Decapoda, Caridea, Atyidae), from São Sebastião, Brazil. *Crustacean Issues*, 12: 291-300.
- GAUCH, H.G.JR. e WHITTAKER, R.H. 1981 Hierarchical classification of community data. *Journal of ecology data*, 69: 537-557.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. 1978 *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. London: IBP, Blackwell Sci. Pub. 213p.
- HOLTHUIS, L.B. 1952 A general revision of Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Américas. II. The sub-family Palaemoninae. *Occ. Pap. Allan Hancock Fdn*, 12: 1-396.
- JALIHAI, D.R.; SANKOLLI, K.N.; SHENOY, S. 1993 Evolution of larval developmental patterns and the process of freshwaterization in the prawn genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 65(3): 365-376.
- KOROLEFF, F. 1976 Determination of nutrients. In: Grasshoff(ed). *Methods of seawater Analysis*. Verlag Chemie Weinheim, 117-181.
- KUTTY, M.N. e VALENTI, W.C. 2010 Culture of other freshwater prawn species. In: *Freshwater prawns; biology and farming* (ed. by M. B. NEW, W. C. VALENTI, J. H. TIDWELL, L. R. D'ABRAMO and M. N. KUTTY), Wiley-Blackwell: Oxford. p. 195-217.
- LIMA, G.V. e OSHIRO, L.M.Y. 2002 Aspectos reprodutivos de *Potimirim glabra* (Kingsley)(Crustacea, Decapoda, Atyidae) no rio Sahy, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3): 861-866.
- LIMA, G.V.; SILVEIRA, C.M.; OSHIRO, L.M. 2006 Estrutura populacional dos camarões simpátricos *Potimirim glabra* e *Potimirim potimirim* (Crustacea, Decapoda, Atyidae) no rio Sahy, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 96(1): 81-87.
- LOBÃO, V.L.; VALENTI, W.C.; MELLO, J.T.C. 1986 Crescimento relativo de *Macrobrachium carcinus* (L.)(DECAPODA, PALAEMONIDAE). *Boletim do Instituto de Pesca*, 13 (1): 105-109.
- LOBÃO, V.L. e VERMULM, H. 1979 Carcinofauna do Rio Ribeira de Iguape. I. Ocorrência do gênero *Macrobrachium* (Bate, 1868). *Ciência e Cultura*, 31(7): 693.
- MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. 1978 *Water Analyses*. London: Freshwater Biological Association. 120p.

- MAGALHÃES, C. 1998 Malacostraca - Eucarida. Brachyura. Pseudothelphusidae and Trichodactilidae. In: YOUNG, P.S. (ed.). *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Série Livros 6. Museu Nacional, Rio de Janeiro, p. 517-523.
- MAGALHÃES, C. 1999 Crustáceos Decápodos. In: ISMAEL, D. et al. (eds.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil*, vol. 4. - Invertebrados de Água doce. São Paulo: FAPESP. p. 127-133.
- MAGALHÃES, C. 2000 Diversity and abundance of decapod crustaceans in the Rio Negro basin, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rap Bulletin of Biological Assessment Eighteen*, 56-62.
- MANTELATTO, F.L.; PILEGGI, L.A.G.; SUÁREZ, H.; MAGALHÃES, C. 2008 First record and extension of the known distribution of the inland prawn, *Macrobrachium aracamuni* Rodríguez, 1982 (Decapoda, Palaemonidae) in Brazil. *Crustaceana*, 81: 241-246.
- MC GARIGAL, K.; CUSHMAN, S.; STAFFORD, S. 2000 *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. New York: Springer-Verlag. 283 p.
- MEJÍA-ORTÍZ, L.M. e ALVAREZ, F. 2010 Seasonal patterns in the distribution of three species of freshwater shrimp, *Macrobrachium* spp., along an altitudinal river gradient. *Crustaceana*, 83(4): 385-397.
- MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S. 2001 *Fundamentos da Moderna Aquicultura*. Ed. ULBRA: Canoas. 200p.
- NAZARI, E.M.; SIMÕES-COSTA, M.S.; MÜLLER, Y.M.R.; AMMAR, D.; DIAS, M. 2003 Comparison of fecundity, egg size, and egg mass volume of the freshwater prawns *Macrobrachium potiuna* and *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*, 23(4): 862-868.
- NEW, M. B. 2005 Freshwater prawn farming: global status, recent research and glaze at the future. *Aquaculture Research*, 36: 210-230.
- NÓBREGA, P.S.V.; BENTES, B.; MARTINELLI-LEMOES, J.M., 2013 Composition of shrimp populations (Crustacea: Decapoda) in non-vegetated areas of two river islands in a Brazilian Amazon estuary. *Zoologia*, 30(6): 652–660.
- PILEGGI, L.A.G. e MANTELATTO, F.L. 2010 Molecular phylogeny of the freshwater prawn genus (Decapoda, Palaemonidae), with emphasis on the relationships among selected American species. *Invertebrate Systematics*, 24: 194-208.
- PIMENTEL, F.R. e MAGALHÃES, C. 2014 Palaemonidae, Euryrhynchidae, and Sergestidae (Crustacea: Decapoda): Records of native species from the states of Amapá and Pará, Brazil, with maps of geographic distribution. *Check List*, 10(6): 1300–1315.
- ROCHA, S.S. 2002 *Ocorrência e biologia reprodutiva de crustáceos decápodos de água doce das bacias do rio Ribeira de Iguape e rios costeiros adjacentes, Estado de São Paulo*. São Paulo. 179p. (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo). Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/Sergio_S_Rocha_parcial.pdf> Acesso em : 4 mar.2015.

- ROCHA, S.S. e BUENO, S.L.S. 2004 Crustáceos decápodes de água doce com ocorrência no Vale do Ribeira de Iguape e rios costeiros adjacentes, São Paulo Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4): 1001-1010.
- ROCHA, S.S. 2010 Diferença entre dois métodos de coleta utilizados na captura de crustáceos decápodes em um rio da Estação Ecológica Juréia-Itatins, São Paulo. *Iheringia, Série Zoologia*, 100(2): 116-122.
- SÃO PAULO (Secretaria do Meio Ambiente) 2014 Decreto Nº 60.133, de 7 de fevereiro de 2014. Dispõe sobre a fauna silvestre ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as deficientes de dados para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. *Diário Oficial Poder Executivo*, São Paulo, 8 de fevereiro de 2014, Nº 124, Seção 27, p.25.
- TEIXEIRA, R.R. e COUTO, E.C.G. 2012 Crustacea Decapoda capturados através de coleta passiva em um trecho do Rio dos Mangues (Porto Seguro – BA). *Biotemas*, 25(4): 149-156.
- TORATI, L.S. e MANTELATTO, F.L. 2012 Ontogenetic and evolutionary change of external morphology of the neotropical shrimp *Potimirim* (Holthuis, 1954) explained by a molecular phylogeny of the genus. *Journal of Crustacean Biology*, 32(4): 625-640.
- VALENTI, W.C.; MELLO, J.T.C.; LOBÃO, V.L. 1986 Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Ciência e Cultura*, 38(7): 1256-1262.
- VALENTI, W.C.; MELLO, J.T.C.; LOBÃO, V.L. 1987 Crescimento de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 47(3): 349-55.
- VALENTI, W.C.; MELLO, J.T.C.; LOBÃO, V.L. 1989a Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira do Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 6(1): 9-15.
- VALENTI, W.C.; LOBÃO, V.L.; MELLO, J.T.C. 1989b Crescimento relativo de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 6(1): 1-8.
- VALENTI, W.C.; MELLO, J.T.C.; LOBÃO, V.L. 1994 Maturation and growth curves of *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from Ribeira de Iguape river, southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 11(4): 649-658.

7. Apêndice

Apêndice 1. Valores dos parâmetros químicos da água de abril/13 a março/14 das estações de coleta no Rio Mandira/SP.

Mês	Estação	Ortofosfato (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Amônia (mg/L)
abr/13	I	0	0	0	0	0
abr/13	II	0	0	0	0	0
abr/13	III	0	0	0	0	0
mai/13	I	0	0,001	0	0	0
mai/13	II	0	0,006	0	0	0,0001
mai/13	III	0	0	0,001	0	0
jun/13	I	0	0	0	0,059	0
jun/13	II	0	0	0,001	0,104	0
jun/13	III	0	0	0,002	0,059	0
jul/13	I	0	0	0,004	0	0
jul/13	II	0	0	0,004	0	0
jul/13	III	0	0	0,008	0,01	0
ago/13	I	0	0	0,001	0,24	0
ago/13	II	0	0	0,003	0,07	0
ago/13	III	0	0	0,005	0,06	0
set/13	I	0	0	0,016	0,004	0
set/13	II	0	0	0	0,113	0
set/13	III	0	0	0	0,059	0
out/13	I	0	0	0	0	0
out/13	II	0	0	0	0,1	0
out/13	III	0	0	0	0,059	0
nov/13	I	0	0	0	0,07	0
nov/13	II	0	0	0,0003	0,03	0
nov/13	III	0	0	0,07	0,07	0
dez/13	I	0	0	0	0,15	0
dez/13	II	0	0	0,005	0,05	0
dez/13	III	0	0	0	0,09	0
jan/14	I	0,31	0,009	0,004	0,11	0
jan/14	II	0,34	0,007	0,007	0,08	0
jan/14	III	0,3	0,091	0,006	0,08	0
fev/14	I	0	0,02	0	0,29	0
fev/14	II	0,001	0,005	0,005	0,18	0
fev/14	III	0,001	0,005	0,003	0,11	0
mar/14	I	0,031	0,07	0	0,17	0
mar/14	II	0,034	0,05	0,002	0,2	0
mar/14	III	0,016	0,05	0	0,16	0

CAPÍTULO 2

BIOLOGIA POPULACIONAL DO CAMARÃO DE ÁGUA DOCE *Macrobrachium heterochirus* (DECAPODA, PALAEMONIDAE) NO RIO MANDIRA, CANANÉIA, SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO

O presente estudo visa investigar a biologia populacional do camarão de água doce *Macrobrachium heterochirus* no Rio Mandira, município de Cananéia/SP, Brasil. As coletas foram realizadas mensalmente, de abril/2013 a março/2014 no período noturno, em três estações do Rio Mandira. Utilizaram-se duas metodologias para coleta: coleta manual e armadilha. A coleta manual foi realizada com esforço de duas duplas por 40 minutos. Duas armadilhas permaneceram em cada estação por cerca de 3 horas, para capturar os animais associados ao fundo do rio. A frequência absoluta dos indivíduos foi comparada pelas estações de coleta, estações do ano e relacionada com o índice médio de pluviosidade. Os animais foram sexados, mensurados e, posteriormente, separados em classes de tamanho. A diferença de tamanho entre os sexos foi determinada através do intervalo de confiança a 95%. O período reprodutivo foi determinado pela presença de fêmeas ovígeras e a condição reprodutiva, pela observação macroscópica das gônadas. Obteve-se um total de 384 animais, sendo 75 machos, 170 fêmeas e 139 fêmeas ovígeras. A maior abundância de indivíduos ocorreu na estação de coleta I, pois estes animais preferem habitar ambientes de cachoeira. O maior número de indivíduos ocorreu no verão e o menor, na primavera. Não houve relação entre a abundância de indivíduos e a pluviosidade média da região. Os machos apresentaram significativamente maiores tamanhos em relação às fêmeas, podendo estar relacionado ao direcionamento de energia diferencial entre os sexos para crescimento e reprodução. A distribuição da frequência total por classes de tamanho apresentou um padrão unimodal para machos e fêmeas, comum para crustáceos, com recrutamento contínuo e mortalidade constante. A razão sexual foi desviada para as fêmeas durante todo o estudo, pois os machos, pelo seu maior tamanho, podem ser mais facilmente predados e/ou dificilmente coletados devido a maior propulsão para fuga. O período reprodutivo das fêmeas teve início no fim da primavera e se estendeu durante o verão e outono, sendo que os machos apresentaram-se aptos a reprodução o ano inteiro. O pico reprodutivo nos meses mais quentes é comum para muitas espécies do gênero *Macrobrachium*. Desta maneira, o presente estudo levantou importantes aspectos biológicos de *M. heterochirus*, os quais poderão subsidiar o estabelecimento de medidas de proteção a essa espécie na região, bem como fornecer informações básicas para futuras ações para cultivo comercial.

PALAVRAS-CHAVE: biologia reprodutiva, camarão de água doce, estrutura populacional.

ABSTRACT

The present study aims to investigate the population biology of the freshwater prawn *Macrobrachium heterochirus* in Mandira River, city of Cananéia/SP, Brazil. Samples were collected monthly from April/2013 to March/2014 in the evening, in three stations of Mandira River. It was used two methodologies for collection: manual and trap collection. The manual collection was performed by two double, during 40 minutes. Two traps were kept at each station for approximately 3 hours, to capture the animals at the bottom of the river. The absolute frequency of individuals was compared by sampling stations, seasons and then was related to the average rate of rainfall. The animals were sexed, measured and subsequently separated into size classes. The size difference between the sexes was determined by the confidence interval of 95%. The reproductive period was determined by the presence of ovigerous females and the reproductive condition by macroscopic observation of its gonads. There was obtained a total of 384 animals, 75 males, 170 females and 139 ovigerous females. The highest abundance occurred in the sampling station I, as these animals prefer to live in waterfall environments. The largest number of individuals occurred in the summer and the lowest number in the spring. There was no relationship between the abundance of individuals and the average rainfall in the region. The males had larger sizes than females, possibly related of differential energy between the sexes direction for growth and reproduction. The distribution of the total frequency by size classes presented a unimodal pattern for males and females, common for crustaceans, with continuous recruitment and constant mortality. The sex ratio was skewed towards females throughout the study, for males, by their larger size, can be more easily preyed upon and/or hardly collected due to increased thrust to escape. The females reproductive period begins in late spring and extended during the summer and autumn, and the males showed themselves capable of playing all year. The reproductive peak in the warmer months is common for many species of *Macrobrachium* genus. Thus the present study raised important biological aspects of *M. heterochirus*, which may support the establishment of measures to protect this species in the region as well as provide basic information for future actions of commercial rearing.

KEY WORDS: reproductive biology, freshwater prawn, population structure

1. Introdução

Macrobrachium heterochirus é um camarão de água doce que atinge grande porte, podendo chegar ao comprimento total de 153,1 mm (MEJÍA-ORTÍZ *et al.*, 2001). Assim, esta espécie pode apresentar um bom potencial para aquicultura, pois além do grande porte, apresenta alta fecundidade, com fêmeas ovígeras portando ovos pequenos e numerosos (MEJÍA-ORTÍZ e ALVAREZ, 2010), sendo essas características importantes para espécies de interesse para o cultivo comercial.

No Brasil, sua distribuição se estende da região norte até o sul (MELO, 2003), sendo uma das espécies de *Macrobrachium* suscetível à exploração comercial, principalmente nos rios costeiros da Paraíba, Pernambuco e Alagoas (COELHO e RAMOS, 1968). Contudo, a exploração indiscriminada dos estoques naturais pode causar a diminuição e, conseqüentemente, a futura extinção dos organismos, já que grande parte dos recursos pesqueiros mundiais estão superexplorados, em declínio ou se recuperando do declínio (FAO, 2009). Neste contexto, várias espécies de camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* são exploradas pela pesca artesanal ou mesmo comercial em seus habitats. Além disso, os sistemas naturais estão sendo intensamente modificados pela ação humana, o que pode acarretar a diminuição dos estoques naturais.

Assim, algumas espécies de camarões de água doce estão na lista de espécies ameaçadas de extinção do Estado de São Paulo instituída pela Secretaria do Meio Ambiente, tal como *M. heterochirus*, *M. acanthurus* e *M. carcinus* (Decreto nº 60.133, de 7 de fevereiro de 2014), sendo que esta última se encontra na lista de espécies ameaçadas desde 2004.

Com base nesses preceitos, os estudos sobre biologia populacional se tornam de grande importância, pois podem ser utilizados para compreender a estabilidade ecológica das espécies nos ambientes (BARROS-ALVES *et al.*, 2012), tornando-se uma importante ferramenta para desenvolver modelos populacionais que infiram sobre os efeitos da pesca e sobre o esforço reprodutivo de muitas espécies. Além disso, o conhecimento das

características da estrutura de uma população podem auxiliar na regulação e manutenção de estoques pesqueiros, além de fornecer subsídios para uma exploração mais racional (VALENTI, 1984).

O conhecimento do período reprodutivo também é considerado uma forma de avaliar os estoques naturais, tendo o objetivo de tomar decisões na administração da população, como inferir períodos de defeso, além de subsidiar projetos futuros do cultivo de espécies de camarões dulcícolas (BOND e BUCKUP, 1982).

Apesar de haver ocorrência de *M. heterochirus* na região do Vale do Ribeira (ROCHA e BUENO, 2004), sul do estado de São Paulo, nenhum trabalho sobre a biologia populacional desta espécie foi realizado na região. No Brasil, poucos trabalhos foram realizados com esta espécie, como o efeito da salinidade no metabolismo das larvas (MOREIRA *et al.*, 1982), o desenvolvimento larval (VEGA-PÉREZ, 1984) e o efeito da temperatura no metabolismo em diferentes fases de desenvolvimento (MC NAMARA *et al.*, 1985). Já no México, MEJÍA-ORTÍZ *et al.*, (2001) e MEJÍA-ORTÍZ e ALVAREZ (2010) verificaram aspectos de fecundidade e distribuição sazonal desta espécie.

Várias espécies de *Macrobrachium* tem sido investigadas em relação à biologia populacional e reprodutiva, sendo muitas de interesse comercial, tal como *M. carcinus* (VALENTI *et al.*, 1986), *M. amazonicum* (SAMPAIO *et al.*, 2007; FREIRE *et al.*, 2012), *M. surinamicum* (CALVALCANTE, 2012), *M. jelskii* (LIMA e SILVA, 2013) e *M. acanthurus* (CARVALHO e PEREIRA, 1981; VALENTI, 1984; BERTINI *et al.*, 2014; BERTINI e BAEZA, 2014). Outras espécies de menor porte e sem interesse comercial também têm sido estudadas, tais como *M. brasiliense* (MANTELATTO e BARBOSA, 2005; PEREIRA e CHACUR, 2010), *M. potiuna* (MÜLLER e CARPES, 1991; ANTUNES e OSHIRO, 2004; MATTOS e OSHIRO, 2009) e *M. olfersi* (MOSSOLIN e BUENO, 2002; DORNELLAS *et al.*, 2011).

Dessa maneira pretendeu-se com o presente estudo, levantar informações sobre a biologia populacional desse importante camarão de água doce na região do Vale do Ribeira, as quais poderão vir a subsidiar o

estabelecimento de medidas de proteção para essa espécie, bem como fornecer informações básicas para futuras ações de seu cultivo em escala comercial.

2. Objetivo

O presente trabalho teve como objetivo estudar a biologia populacional do camarão de água doce *Macrobrachium heterochirus* no Rio Mandira, município de Cananéia/SP, enfocando os seguintes aspectos:

- Caracterização da estrutura populacional e da razão sexual;
- Levantamento do período reprodutivo baseando-se na análise conjunta da presença de fêmeas ovígeras e no desenvolvimento gonadal no decorrer do ano;
- Caracterização dos estágios gonadais encontrados para machos e fêmeas, baseando-se na morfologia macroscópica.

3. Material e Métodos

3.1. Metodologia de coleta

As coletas foram realizadas mensalmente de abril/2013 a maio/2014 no Rio Mandira, no município de Cananéia/SP, no período noturno (Figura 13) Foram delimitadas três estações de amostragem georreferenciadas com um GPS (*Global Position System*), sendo:

- Estação I ($24^{\circ}59'49,7''\text{S}$ e $48^{\circ}03'16''\text{W}$): Localizada próximo à “Cachoeira do Mandira”, com forte correnteza, possui fundo e margem formados por rochas e areia grossa. A vegetação marginal é composta por árvores de grande porte.

- Estação II ($24^{\circ}59'36,1''\text{S}$ e $48^{\circ}03'21''\text{W}$): Localizada cerca de 1 km abaixo da primeira estação de coleta, é caracterizada por águas mais calmas, substrato composto por areia grossa e cascalho. A vegetação marginal também é composta por árvores de grande porte.

- Estação III ($24^{\circ}59'19,1''\text{S}$ e $48^{\circ}03'28,5''\text{W}$): Localiza-se 2 km abaixo da primeira estação, sendo a mais próxima do estuário. É caracterizada por águas calmas e o fundo do rio é composto por areia grossa. Diferente das outras estações, esta área é mais aberta com vegetação marginal abundante (principalmente gramíneas).

As coletas foram realizadas por meio de duas metodologias de captura: coleta manual e armadilha. A coleta manual foi efetuada com esforço de duas duplas de coletores por 40 minutos percorrendo um trecho de aproximadamente 100 metros do rio. A captura dos animais foi realizada com auxílio de um passaguá (rede com boca em formato de “D”, com abertura de $0,45\text{ m}^2$, malha de 3 mm e fundo cônico com aproximadamente 40 cm). Visando à saída dos camarões de seus esconderijos e facilitar a captura, vinte minutos antes do início da coleta era lançado no fundo do rio um atrativo alimentar, composto por uma mistura de ração para peixe em pó, farinha de mandioca e água.

Adicionalmente, em cada estação de coleta, foram colocadas duas armadilhas do tipo covo (1,0 m de comprimento, 50 cm de diâmetro, malha de 8 mm) iscadas com pedaços de peixe, que permaneceram na água por cerca de três horas, com o objetivo de capturar os indivíduos associados ao fundo.

Todos os exemplares capturados foram colocados em sacos plásticos, identificados por data e local de coleta, insensibilizados em gelo e levados para o laboratório. Posteriormente, foram mantidos congelados até o momento do manuseio.

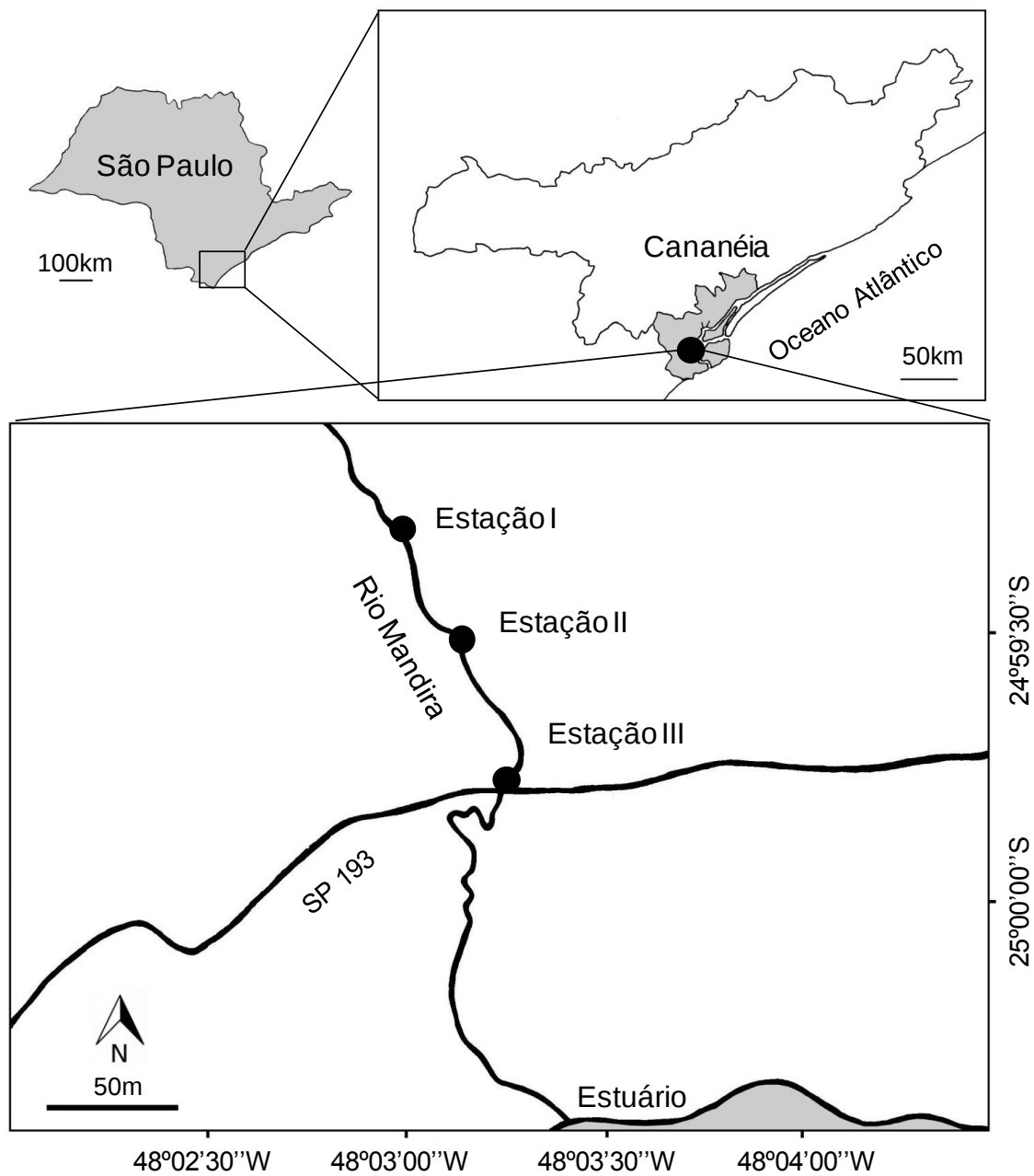


Figura 13. Localização da área de estudo no Rio Mandira, município de Cananéia/SP.

3.2. Análise dos animais

No laboratório, os animais foram descongelados e separados por sexo, com base no exame dos caracteres sexuais secundários, onde os machos foram reconhecidos pela presença do apêndice masculino no endopodito do 2º par de pleópodos e as fêmeas pela ausência deste apêndice (BERTINI *et al.*, 2014).

Após a sexagem, foram obtidos o comprimento total (medida compreendida entre a distância da extremidade distal do rostro até a extremidade distal do télson – CT) e o maior comprimento da carapaça (medida correspondente à distância linear do ângulo pós-orbital até a margem posterior da carapaça - CC), em milímetros, com auxílio de um paquímetro.

A frequência absoluta foi determinada pelo número total de indivíduos e comparada entre as estações de coleta e entre as estações do ano, por meio da análise não paramétrica de Kruskal Wallis seguida pelo teste a posteriori de Tuckey para comparações múltiplas.

A abundância de indivíduos foi correlacionada com os dados de pluviosidade média do município de Cananéia/SP através da correlação de Spearman, realizada pelo *software* Statistic (7.0). Os dados de pluviosidade foram obtidos no Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO).

Para a análise da estrutura populacional, os animais foram separados em classes de tamanho e em grupos de interesse: machos, fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras. Para as diferenças de tamanho entre machos e fêmeas foi utilizado o intervalo de confiança a 95%.

A razão sexual foi calculada pelo número de machos dividido pelo número total de indivíduos coletados sendo analisada pelas classes de tamanho e pelas estações do ano. Os desvios da proporção 1:1 foram testados pelo teste binomial (WILSON e HARDY, 2002).

O período reprodutivo foi determinado pela presença de fêmeas ovígeras no decorrer do ano e pelo estágio de desenvolvimento gonadal.

Para a análise das gônadas dos machos e das fêmeas, as carapaças foram recortadas e retiradas para facilitar a visualização. Foram anotados os estágios de desenvolvimento de acordo com o tamanho e coloração das gônadas, adaptado do trabalho de CARVALHO e PEREIRA (1981) para *M. acanthurus*.

4. Resultados

Foram capturados 384 animais durante o período de estudo, sendo 75 machos, 170 fêmeas e 139 fêmeas ovígeras.

A abundância de indivíduos foi significativamente maior no verão e menor na primavera ($p < 0,05$); no outono e no inverno não houve diferença significativa na abundância (Figura 14).

Não houve correlação significativa da abundância com os dados médios de pluviosidade obtidos para o município de Cananéia/SP (Figura 14).

A estação I de coleta foi a que apresentou o maior número de indivíduos, com 295 animais, sendo diferente significativamente das demais ($p < 0,05$) (Figura 15).

O comprimento total dos indivíduos variou de 42,54 a 114,48 mm, com comprimento médio de carapaça de $23,80 \pm 4,60$ mm (Tabela 5), sendo que os machos foram significativamente maiores em relação às fêmeas ($p < 0,05$) (Figura 16).

Foram obtidas 10 classes de tamanho com amplitude de 3 mm, com início em 11 mm (CC). A distribuição de frequência total dos indivíduos pelas classes de tamanho apresentou um padrão unimodal para machos e fêmeas (Figura 17). Os machos foram representados em todas as classes, com maior número na classe 5 (20 [-- 23 mm) (Figura 17a), enquanto as fêmeas apresentaram maior frequência nas classes 4 e 5 (20 [-- 26 mm) (Figura 17b).

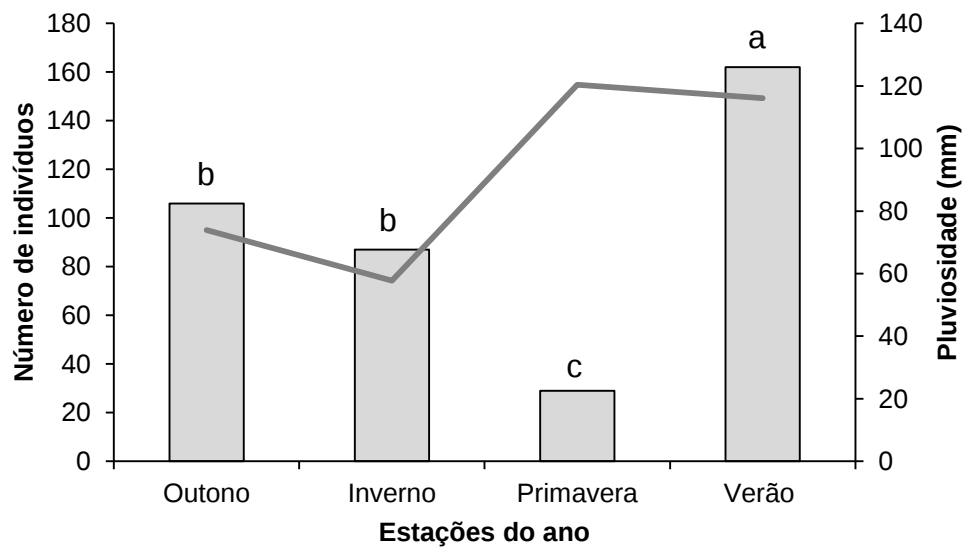


Figura 14. *Macrobrachium heterochirus*. Frequência absoluta de indivíduos e pluviosidade média mensal (mm) nas estações do ano (Letras diferentes indicam diferença significativa entre abundância e as estações do ano, $p < 0,05$).

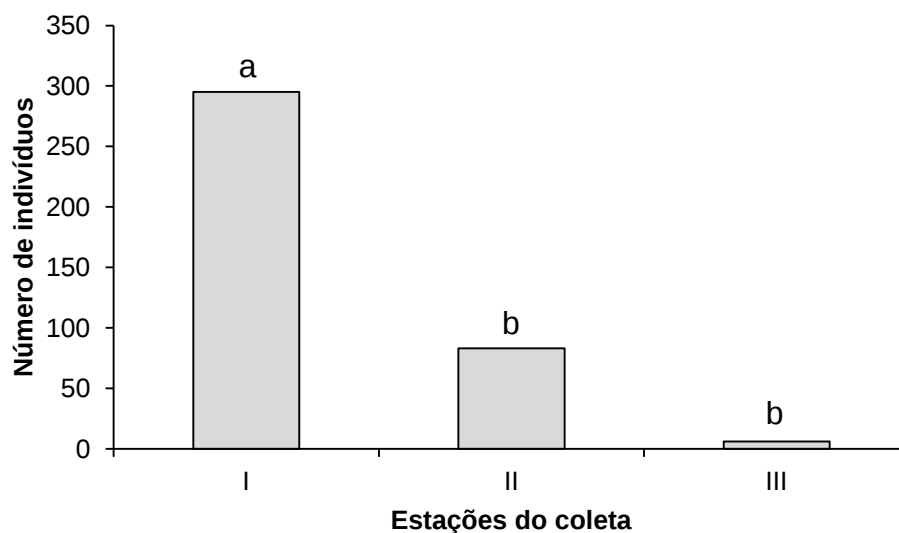


Figura 15. *Macrobrachium heterochirus*. Frequência absoluta de indivíduos pelas estações de coleta (Letras diferentes indicam diferença significativa, $p < 0,05$).

Tabela 4. *Macrobrachium heterochirus*. Valores mínimos (Mín), máximos (Máx) e médios ($\pm$ desvio padrão) do comprimento da carapaça e comprimento total.

Grupos	N	Comprimento de Carapaça (mm)		Comprimento Total (mm)	
		Mín - Máx	Média $\pm$ dp	Mín - Máx	Média $\pm$ dp
Macho	75	12,17 - 39,08	27,30 $\pm$ 6,84	42,54 - 114,48	76,41 $\pm$ 12,48
Fêmea não ovígera	170	11,74 - 32,45	22,90 $\pm$ 3,46	43,03 - 108,02	74,31 $\pm$ 09,96
Fêmea ovígera	139	14,05 - 32,93	22,98 $\pm$ 3,26	50,84 - 101,79	75,61 $\pm$ 09,50
Total	384	11,74 - 39,08	23,80 $\pm$ 4,60	42,54 - 114,48	76,64 $\pm$ 12,46

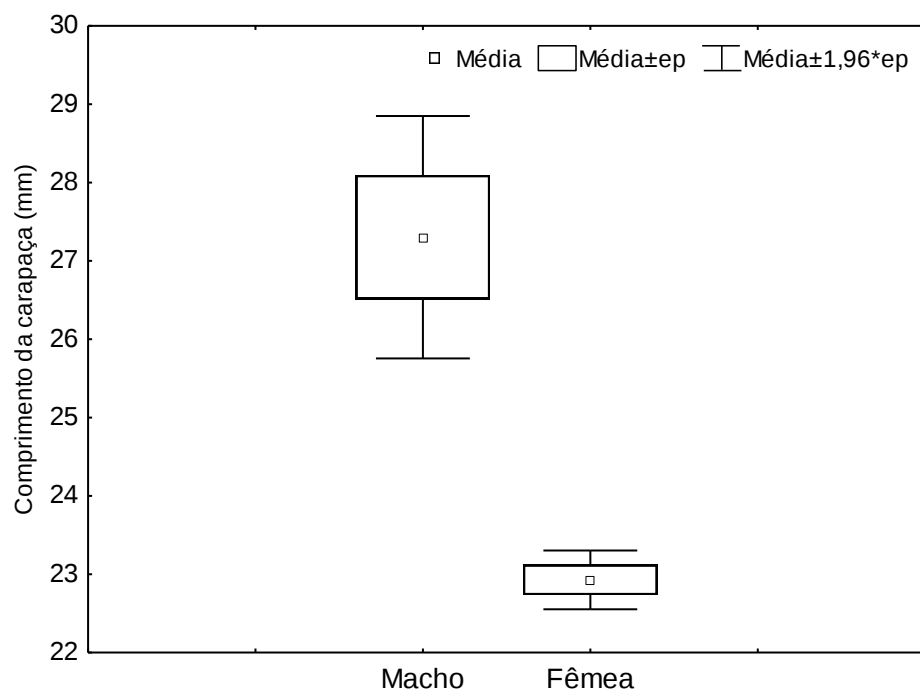


Figura 16. *Macrobrachium heterochirus*. Gráfico de caixa (Boxplot) representando as médias, erros padrões e os intervalos de confiança (95%) do comprimento da carapaça (mm) de machos e fêmeas (ep = erro padrão).

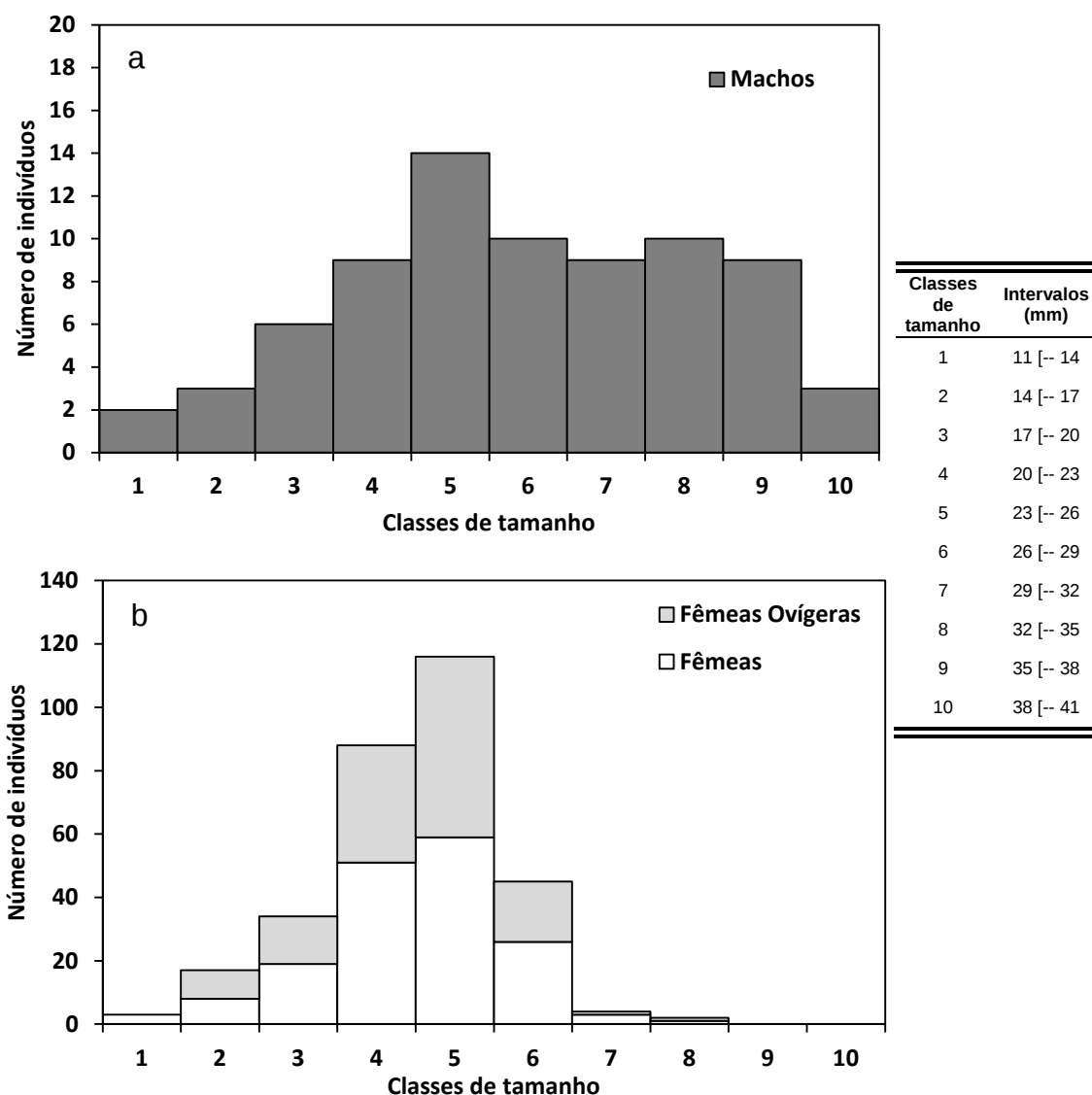


Figura 17. *Macrobrachium heterochirus*. Frequência de ocorrência de indivíduos por classes de tamanho de machos (a) e fêmeas (b).

A distribuição de frequência em classes de tamanho pelas estações do ano demonstrou que, no verão, houve um grande aporte de indivíduos em todas as classes de tamanho, principalmente de machos nas últimas classes.

Além disso, houve a presença de fêmeas não ovíferas durante todas as estações do ano, com maior número nas classes 4, 5 e 6 (20 [-- 29 mm). As fêmeas ovíferas estiveram presentes principalmente, no outono e no verão. Na primavera não houve presença de machos e fêmeas ovíferas, enquanto que

no verão foi observada a presença de um padrão bimodal na distribuição de frequência dos machos (Figura 18).

A proporção sexual encontrada para *M. heterochirus* variou de 0,05 em junho/13 a 0,33 em março/14, com predomínio de fêmeas durante todas as estações do ano (Figura 19).

Em relação às classes de tamanho, observou-se que as menores proporções sexuais foram encontradas nas classes 4 e 5 (20 [– 26 mm), e as maiores proporções, nas classes 9 e 10 (35 [– 41 mm). Observou-se que nas classes 1, 7 e 10 não foram constatadas diferenças significativas na proporção sexual de 1:1. As demais classes apresentaram desvios com predominância de fêmeas (Tabela 5, Figura 20).

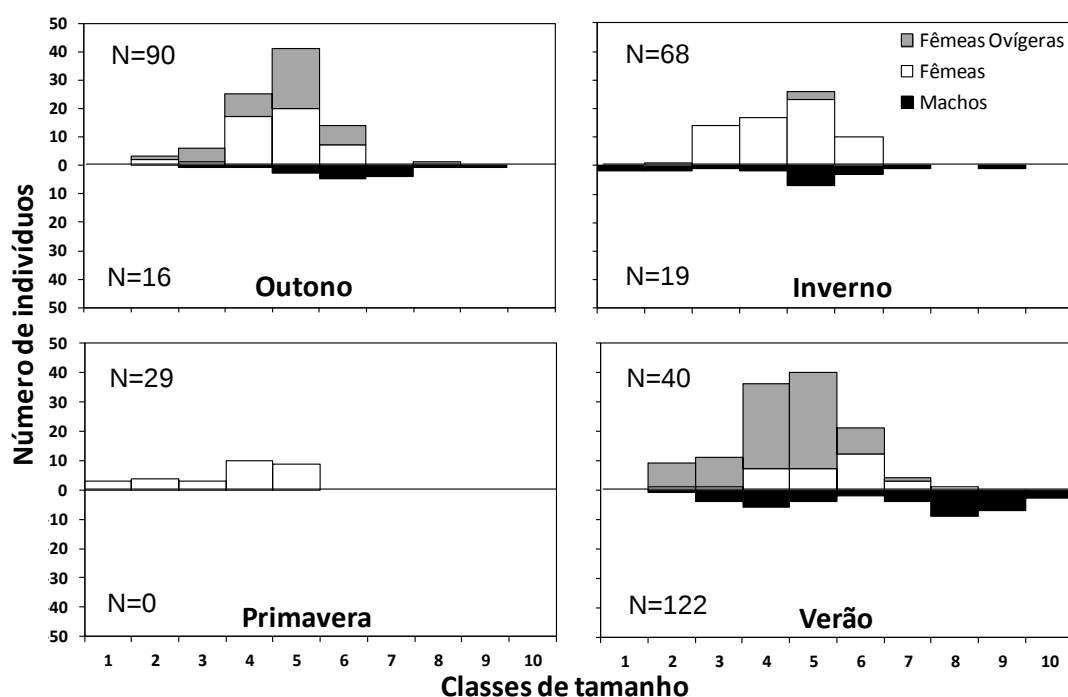


Figura 18. *Macrobrachium heterochirus*. Distribuição temporal em classes de tamanho pelas estações do ano.

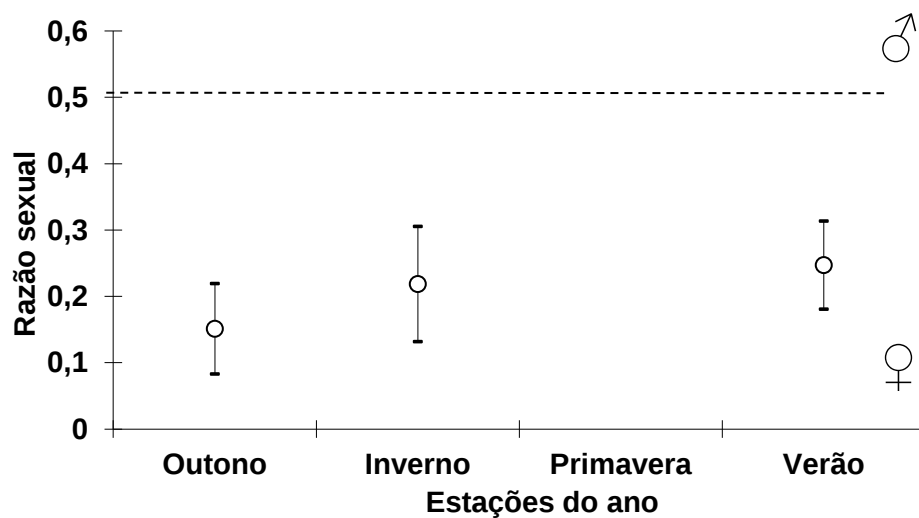


Figura 19. *Macrobrachium heterochirus*. Razão sexual pelas estações do ano no período de abril/13 a março/14.

Tabela 5. *Macrobrachium heterochirus*. Frequência de ocorrência e razão sexual para machos e fêmeas nas 10 classes de tamanho (* = significativo a 95%; ^{NS} = não significativo a 95%).

Classes CC (mm)	Machos		Fêmeas		Total		Razão Sexual (♂/♀)
	N	%	N	%	N	%	
1	2	0,52	3	0,78	5	1,30	1:2,5 ^{NS}
2	3	0,78	17	4,43	20	5,21	1:6,7*
3	6	1,56	34	8,85	40	10,42	1:6,7*
4	9	2,34	88	22,92	97	25,26	1:10,8*
5	14	3,65	116	30,21	130	33,85	1:9,28*
6	10	2,60	45	11,72	55	14,32	1:5,5*
7	9	2,34	4	1,04	13	3,39	1:1,44 ^{NS}
8	10	2,60	2	0,52	12	3,13	1:1,2*
9	9	2,34	0	0,00	9	2,34	1:0*
10	3	0,78	0	0,00	3	0,78	1:0 ^{NS}
Total	75	19,53	309	80,47	384	100,00	1:5,12

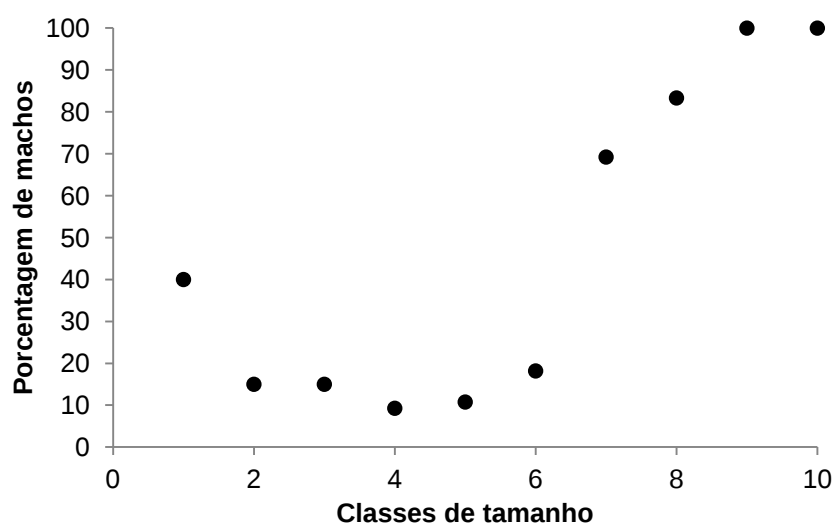


Figura 20. *Macrobrachium heterochirus*. Porcentagem de machos em relação às classes de tamanho.

Para análise do desenvolvimento gonadal, foram utilizados 381 indivíduos, sendo 74 machos e 307 fêmeas. Através da análise macroscópica das gônadas, foram delimitados três estágios de desenvolvimento gonadal para os machos e quatro para as fêmeas (Tabela 6). Os valores médios e a amplitude do tamanho da carapaça para cada estágio de desenvolvimento gonadal estão representados na Tabela 7.

Tabela 6. *Macrobrachium heterochirus*. Principais características para a determinação dos estágios de desenvolvimento das gônadas masculinas e femininas.

Tipos	Estágios gonadais	
	Machos	Fêmeas
Rudimentar (RU)	Testículo transparente, canal deferente transparente e fino	Ovário transparente, com lóbulos finos e sem cromatóforos
Em maturação (EM)	Canal deferente com coloração esbranquiçada, início de enovelamento	Ovário com coloração verde clara, com lóbulos mais cheios e tamanho não ultrapassando o cefalotórax
Maturo (MA)	Canal deferente com coloração branco leitoso, muito enovelado	Ovário de coloração verde escura, com lóbulos cheios e tamanho ultrapassando o cefalotórax
Desovado (DES)		Ovário com coloração amarelo escuro e lóbulos finos com aspecto murcho

O período reprodutivo, baseado na análise macroscópica gonadal, demonstrou que a maioria dos machos apresentou gônadas desenvolvidas durante todas as estações do ano, com exceção da primavera, quando os machos não foram capturados. Já as fêmeas, capturadas em todas as estações, apresentaram a maior porcentagem de gônadas desenvolvidas no verão e gônadas desovadas no outono (Figura 21).

Portanto, a reprodução tem início no fim da primavera e se estende durante o verão e outono, pois apesar de não ocorrer fêmeas ovígeras na primavera, houve a presença de fêmeas com gônadas maduras, refletindo na presença de fêmeas com gônadas em estágio desovado no verão. Já as fêmeas maduras do verão desovam no outono e as últimas fêmeas maduras do outono desovam, consequentemente, no inverno (Figura 21).

Tabela 7. *Macrobrachium heterochirus*. Tamanho médio, mínimo e máximo por estágio gonadal, baseado no comprimento da carapaça (mm) de machos e fêmeas.

Estágio gonadal	N	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média $\pm$ dp (mm)
Machos				
Rudimentar	2	13	17,5	15,25 $\pm$ 3,18
Em maturação	1	17,36	17,36	17,36 $\pm$ 0
Maturo	71	12,17	39,08	27,69 $\pm$ 4,64
Fêmeas				
Rudimentar	103	11,74	28,39	22,7 $\pm$ 4,19
Em maturação	46	14,98	28,85	21,98 $\pm$ 4,62
Maturo	83	15,18	32,45	23,26 $\pm$ 4,6
Desovado	75	14,05	32,93	23,52 $\pm$ 4,61

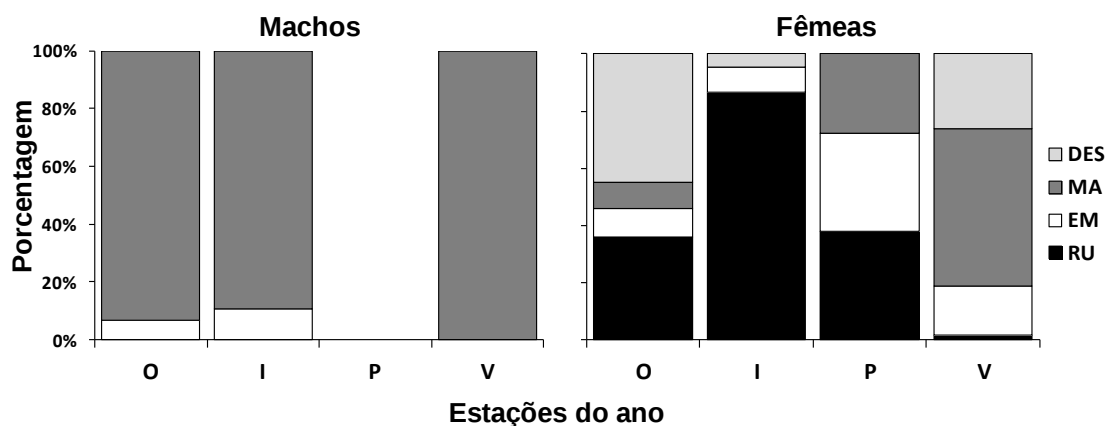


Figura 21. *Macrobrachium heterochirus*. Porcentagem de cada estágio de desenvolvimento gonadal nas estações do ano (DES = desovado; MA = maturo; EM = em maturação; RU = rudimentar; O = outono; I = inverno; P = primavera; V = verão).

5. Discussão

A maior abundância de *M. heterochirus* na estação de coleta I está relacionada principalmente ao hábito desta espécie de camarão de água doce, o qual prefere locais com substrato rochoso, que servem de abrigo, como também águas mais turbulentas, proporcionada pela presença da cachoeira. De acordo com MEJÍA-ORTÍZ e ALVAREZ (2010), esta espécie costuma habitar águas mais frias, bem oxigenadas e moderada correnteza, ambientes típicos de cachoeiras.

A população de *M. heterochirus* apresentou uma estrutura unimodal para ambos os sexos, indicando um recrutamento contínuo com taxa de mortalidade constante, como também encontrado para os congêneres *M. brasiliense* (PEREIRA e CHACUR, 2009) e *M. jelskii* (BARROS-ALVES *et al.*, 2012). Este padrão unimodal foi amplamente discutido para outras populações de decápodes tropicais por HARTNOLL (1982) e DIAZ e CONDE (1989).

No verão, a maior abundância de indivíduos e os picos na distribuição de frequência para os machos, podem estar relacionados aos elevados índices pluviométricos nesta época do ano na região. Mesmo não apresentando correlação entre a abundância de indivíduos e a pluviosidade média, as chuvas podem ter contribuído no deslocamento de indivíduos da montante do rio para as porções mais baixas, como acontece no México, onde *M. heterochirus* desaparece das porções mais altas do Rio Huitzilapan, sendo carregado pela alta correnteza na estação chuvosa (MEJÍA-ORTÍZ e ALVAREZ, 2010).

O baixo número de indivíduos coletados durante a primavera pode estar relacionado à metodologia de coleta manual, visto que nesta estação, os animais eram visualizados, mas dificilmente coletados, pois as chuvas nesta época deixavam a água turva, dificultando a captura dos camarões. Já no verão, mesmo com a alta pluviosidade, não houve dificuldade na captura dos animais como na primavera, devido à alta abundância nesta estação.

O comprimento total máximo de *M. heterochirus* observado no presente estudo foi menor do que o comprimento total de 153,1 mm relatado para animais coletados no Rio Huitzilapan, no México, por MEJÍA-ORTÍZ *et al.*,

(2001). Entretanto, em ambos os países, *M. heterochirus* é considerado um animal de grande porte, podendo ser considerada uma espécie boa para o cultivo comercial, pois espécies deste gênero que apresentam tamanhos menores já são utilizadas para o consumo humano, como *M. amazonicum*, cujo comprimento total máximo chegou a 16 cm (MORAES-RIODADES e VALENTI, 2001) e *M. acanthurus*, cujo comprimento total médio é de 92,9 mm ($\pm 10,3$) para as fêmeas e 122,2 mm ($\pm 14,1$) para machos (ALBERTONI *et al.*, 2002).

As diferenças de tamanho entre os sexos possuem diversas explicações entre os decápodos, sendo que uma das mais sugeridas é o direcionamento diferencial de energia entre os sexos para o crescimento e reprodução (BOND-BUCKUP, 1982; MANTELATTO e MARTINELLI, 1999; ARAÚJO *et al.*, 2012). Para *M. heterochirus* tal preposição também pode ser válida, pois para os carídeos, o maior tamanho dos machos também está relacionado ao sucesso reprodutivo dos mesmos. Segundo BAUER (2004), os machos dos carídeos precisam atrair a fêmea, ou até mesmo, separá-la de outro macho, a fim de garantir a cópula. Além disso, o estudo realizado sobre o comportamento reprodutivo de *M. heterochirus* por CHING e VELEZ (1985), verificou que os machos têm o papel de guarda das fêmeas durante a reprodução, quando eles as protegem após sofrerem o processo de muda pré-nupcial, evitando que sejam predadas nesta fase susceptível. Essa diferença nos tamanhos também foi encontrada para *M. rosenbergii* e *M. amazonicum*, onde os machos possuem diferentes morfotipos (KARPLUS *et al.*, 2000; MORAES-RIODADES e VALENTI, 2004)

A razão sexual de *M. heterochirus* foi desviada em favor das fêmeas, o que difere da proporção encontrada geralmente para os crustáceos, de um macho para uma fêmea, como preconizada pela teoria de FISHER (1930). Esse desvio também foi observado para outros camarões de água doce, tal como *M. olfersi* (MOSSOLIN e BUENO, 2002), *M. brasiliense* (MANTELATTO e BARBOSA, 2005) e *M. amazonicum* (SAMPAIO *et al.*, 2007), sendo que essas diferenças na proporção podem estar relacionadas às diferentes estratégias reprodutivas como, mortalidade (WENNER, 1972; KIM, 2005), crescimento

(WENNER, 1972), ocupação de profundidades distintas (SARDÀ *et al.*, 2004; RAMIREZ-LLODRA *et al.*, 2007) e migração (COSTA *et al.*, 2010).

Assim, o desvio encontrado no presente estudo pode estar relacionado ao fato de poder ter ocorrido erros de amostragem, pois os machos apresentam maiores tamanhos e conseguem maiores propulsões para fuga, dificultando sua captura na coleta manual. Além disso, segundo SILVA *et al.* (2007) os carídeos machos são mais facilmente predados por apresentarem maiores tamanhos, o que também pode ter contribuído para a baixa proporção de machos nas amostragens no Rio Mandira.

A proporção sexual de machos pelas classes de tamanho resultou em uma curva sigmoide, caracterizando um padrão reverso. De acordo com WENNER (1972) este padrão indica a presença de reversão sexual durante a ontogenia do animal, contudo, não há indícios desta reversão para *M. heterochirus*, pois todos os indivíduos foram analisados e apresentaram morfologia típica de espécies gonocorísticas, estando tal fato relacionado à baixa abundância dos machos nas amostragens.

O período reprodutivo de *M. heterochirus* pode ser considerado contínuo, com picos no verão e no outono, tanto pela análise gonadal feminina como pela presença de fêmeas ovígeras. Já os machos apresentaram gônadas desenvolvidas durante todo ano. Esta estratégia reprodutiva em machos pode ser uma tentativa de máxima sincronização sexual, visto que para os crustáceos os parâmetros exógenos como temperatura, estresse às condições ambientais adversas e a disponibilidade de alimento interferem na maturação gonadal (WENNER, 1974; MOURA e COELHO, 2004). Desta forma, caso a fêmea antecipe ou retarde a maturação, os machos estão sempre aptos à reprodução.

No México, o pico reprodutivo de *M. heterochirus* também ocorre em épocas mais quentes (junho a setembro) (MEJÍA-ORTÍZ *et al.*, 2001). Comparando com os ciclos de outros congêneres no Brasil, verificou-se que o pico reprodutivo de *M. carcinus* (VALENTI *et al.*, 1986), *M. potiuna* (ANTUNES e OSHIRO, 2004), *M. iheringi* (FRANSOZO *et al.*, 2004), *M. acanthurus*

(VALENTI *et al.*, 1986 e BERTINI e BAEZA, 2014) e *M. offersi* (DORNELLAS *et al.*, 2011) também ocorreu no verão.

Com base no que foi apresentado, é possível concluir que *M. heterochirus* apresenta preferência por locais de cachoeira, sendo mais frequente em determinadas estações do ano, apresenta ciclo reprodutivo contínuo, com picos no verão e machos sexualmente maduros o ano todo. Tais informações são de grande relevância, visto que podem servir de base para subsidiar futuros cultivos desta espécie em escala comercial.

6. Referências Bibliográficas

- ALBERTONI, E.F., PALMA-SILVA, C., ESTEVES, F.D.A. 2002 Distribution and growth in adults of *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann (Decapoda, Palaemonidae) in a tropical coastal lagoon, *Brazil.Rev. Bras. Zool*, 19(2), 61-70.
- ANTUNES, L.S. e OSHIRO, L.M.Y. 2004 Aspectos reprodutivos do camarão de água doce *Macrobrachium potiuna* (Müller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), na Serra do Piloto, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2): 261-266.
- ARAÚJO, M.S.L.C.; NEGROMONTE, A.O.; BARRETO, A.V.; CASTIGLIONI, D.S. 2012 Sexual maturity of the swimming crab *Callinectes danae* (Crustacea: Portunidae) at the Santa Cruz Channel, a tropical coastal environment. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92 (2), p. 287–293, 2012.
- BARROS-ALVES, S.D.P.; ALMEIDA, A.C.; FRANSOZO, V.; ALVES, D.F.R.; SILVA, J.C.D.; COBO, V.J. 2012 Population biology of shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778)(Decapoda, Palaemonoidea) at the Grande River at northwest of the state of Minas Gerais, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(3), 266-275.
- BAUER, R.T. 2004 *Remarkable Shrimps: adaptations and natural history of the carideans*. University of Press, Norman. Marine Resources Library, p. 282.
- BERTINI, G.; BAEZA, J.A.; PEREZ, E. 2014 A test of large-scale reproductive migration in female of the amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Caridea: Palaemonidae) from southeastern Brazil. *Marine and Freshwater Research*, 65:81–93.
- BERTINI, G. e BAEZA, J.A. 2014 Fecundity and fertility in a freshwater population of the neotropical amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* from the southeastern Atlantic. *Invertebrate Reproduction & Development*, 58(3): 207–217.
- BOND, G. e BUCKUP, L. 1982 O cultivo de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) e suas relações com a temperatura. (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 43(2): 177-190.
- CARVALHO, H.A. e PEREIRA, M.C.G. 1981 Descrição dos estádios ovarianos de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Palaemonidae) durante o ciclo reprodutivo. *Ciência e Cultura*, 33(10): 1353-59.
- CAVALCANTE, D.V. 2012 *Biologia e ecologia do camarão dulcícola Macrobrachium surinamicum* (Holthuis, 1948) (Decapoda, Palaemonidae) no estuário Guajará, Pará, Brasil., Belém. 101f. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará). Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/6024>> Acesso em : 4 mar.2015.
- CHING C.A. e VELEZ, M.J.JR. 1985 Mating, incubation and embryo number in the freshwater prawn *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836)

- (Decapoda, Palaemonidae) under laboratory conditions. *Crustaceana*, 49 (1):42-48.
- COELHO, P.A. e RAMOS, M.A. 1968 Contribución al conocimiento de los camarones comerciales en el Norte e Nordeste del Brasil. *Carpas*, 4(1): 1-4.
- COSTA, R.C.; BRANCO, J.O.; MACHADO, I.F.; CAMPOS, B.R.; AVILA, M.G. 2010 Population biology of shrimp *Artemesia longinaris* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) from the southern coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(4), 663-669.
- DIAZ, H. e CONDE, J.E. 1989 Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science*. 45(1): 148-163.
- DORNELLAS, E.J.; SILVA, F.M.; MOTTA, D.G.; SIMÕES, C.B.; SÁ, F.S. 2011 Ocorrência de *Macrobrachium olfersi* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em um afluente do Rio Santa Maria da Vitória, em Santa Leopoldina, ES, sudeste do Brasil. *Natureza on line*, 9 (1): 19-26.
- FAO, 2009 State of the world's fisheries and aquaculture 2008 Food and Agriculture 318 Organization of the United Nations, Rome.
- FISHER, R.A. 1930 *The genetical theory of natural selection*. New York: Dover. 291p.
- FRANZOZO, A.; RODRIGUES, F.D.; FREIRE, F.A.M.; COSTA, R.C. 2004 Reproductive biology of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in the Botucatu region, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 12(2): 119-126.
- FREIRE, J.L.; MARQUES, C.B.; SILVA, B.B. 2012 Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão da Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da região nordeste do Pará, Brasil. *Brazilian Journal Aquatic Science and Technology*, 16(2): 65-76.
- HARTNOLL, R.G. 1982 Growth. In: ABELE, L.G (ed.) The biology of Crustacea, 2. Embryology, morphology, and genetics. New York, Academic Press. p.111-196.
- KARPLUS, I.; MALECHA, S.; SAGI, A. 2000 The biology and management of size variation. In: NEW, M.B., VALENTI, W.C. (Eds.), Freshwater Prawn Culture: the Farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell: Oxford, p. 254– 289
- KIM, S. 2005 Population structure, growth, mortality, and size at sexual maturity of *Palaemon gravieri* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*. 25 (2): 226-232.
- LIMA, D.P e SILVA, L.M.A. 2013 Biologia populacional de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em uma planície inundável na Amazônia Oriental, Brasil. *Biota Amazônica*, 3(2): 11-22.
- MANTELATTO, F.L.M. e MARTINELLI, J.M. 1999 Carapace width–weight relationships of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from Ubatuba Bay, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 87: 111–116.
- MANTELATTO, F.L.M. e BARBOSA, L.R. 2005 Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense*

- (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(3): 245-255.
- MATTOS L.A. e OSHIRO, L.M.Y. 2009 Estrutura populacional de *Macrobrachium potiuna*. (Crustacea, Palaemonidae) *Biota Neotropica*, 9(1): 81-86.
- MC NAMARA, J.C.; MOREIRA, G.S.; MOREIRA, P.S. 1985 Thermal effects on the metabolism in selected ontogenic stages of the freshwater shrimps *Macrobrachium olfersii* and *Macrobrachium heterochirus* (Decapoda, Palaemonidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 80(2): 187-190.
- MEJÍA-ORTÍZ, L.M.; ALVAREZ, F.; ROMÁN, R.; VICCON-PALE, J.A. 2001 Fecundity and distribution of freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* in the Huitzilapan river, Veracruz, México. *Crustaceana*, 74(1): 69-77.
- MEJÍA-ORTÍZ, L.M. e ALVAREZ, F. 2010 Seasonal patterns in the distribution of three species of freshwater shrimp, *Macrobrachium* spp., along an altitudinal river gradient. *Crustaceana*, 83(4): 385-397.
- MELO, G.A.S. 2003 *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. Ed Loyola. Centro Universitário São Camilo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 429p.
- MORAES-RIODADES, P.M.C. e VALENTI, W.C. 2001 Freshwater prawn farming in Brazilian Amazonia shows potential for economic, social development. *Global Aquaculture Advocate*, 4(5): 73-74.
- MORAES-RIODADES, P.M.C. e VALENTI, W.C. 2004 Morphotypes in male Amazon river prawns, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, 236(1):297-307.
- MOREIRA, G.S.; MC NAMARA, J.C.; MOREIRA, P.S. 1982 The effect of salinity on the metabolic rates of some palaemonid shrimp larvae. *Aquaculture*, 29: 95-100.
- MOSSOLIN, E.C. e BUENO, S.L.S. 2002 Reproductive biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 22(2): 367-376.
- MORAES-RIODADES, P. M. C. e VALENTI, W. C. 2004. Morfotypes in male amazon river prawns, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, 236: 297-307.
- MOURA, N.F.O. e COELHO, P.A. 2004 Maturidade sexual fisiológica em *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no Estuário de Paripe, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4), 1011-1015.
- MÜLLER, Y.M.R. e CARPES, S. 1991 *Macrobrachium potiuna* (Müller): aspectos do ciclo reprodutivo e sua relação com parâmetros ambientais (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 8(1-4), 23-30.
- PILEGGI, L.A.G. e MANTELATTO, F.L. 2010 Molecular phylogeny of the freshwater prawn genus (Decapoda, Palaemonidae), with emphasis on the relationships among selected American species. *Invertebrate Systematics*, 24: 194-208.

- PEREIRA, M.G.C. e CHACUR, M.M. 2009 Estrutura populacional de *Macrobrachium brasiliense* (Crustacea, Palaemonidae) do Córrego Escondido, Batayporã, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Biologia Neotropical*, 6(1): 75-82.
- RAMIREZ-LLODRA, E.; COMPANY, J.B.; CAMPS, M.; ROTLLANT, G. 2007 Spatio-temporal variations in reproductive patterns and population structure of *Pasiphaea multidentata* (Decapoda: Caridea) in the Blanes canyon and adjacent margin, Northwestern Mediterranean Sea. *Marine Ecology*, 28: 470–479.
- ROCHA, S.S. e BUENO, S.L.S. 2004 Crustáceos decápodes de água doce com ocorrência no Vale do Ribeira de Iguape e rios costeiros adjacentes, São Paulo Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4): 1001-1010.
- SAMPAIO, C.M.S.; SILVA, R.R.; SANTOS, J.A.; SALES S.P. 2007. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal Biology*, 67(3): 551-559.
- SÃO PAULO (Secretaria do Meio Ambiente) 2014 Decreto Nº 60.133, de 7 de fevereiro de 2014. Dispõe sobre a fauna silvestre ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as deficientes de dados para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. *Diário Oficial Poder Executivo*, São Paulo, 8 de fevereiro de 2014, Nº 124, Seção 27, p.25.
- SARDÀ, F.; D'ONGHIA, G.; POLITOU, C.Y.; COMPANY, J.B.; MAIORANO, P.; KAPIRIS, K. 2004 Deep-sea distribution, biological and ecological aspects of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in the western and central Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 68 (3): 117–127.
- SILVA, M.C.N., FRÉDOU, F.L.; ROSA FILHO, J.S. 2007 Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. *Amazônia. Ciência & Desenvolvimento*, 2(4), 85-104.
- VALENTI, W.C. 1984 *Estudo populacional dos camarões de água doce Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Palaemonidae). São Paulo.149f (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo).
- VALENTI, W.C.; MELLO, J.T.C.; LOBÃO, V.L. 1986 Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Ciência e Cultura*, 38(7): 1256-1262.
- VEGA PÉREZ, L.A. 1984 *Desenvolvimento larval de Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836), *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1868) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), em laboratório. São Paulo. 277f. (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo).
- WENNER. A.M. 1972 Sex-ratio as a function of size in marine crustacea. *The American Naturalist*, Chicago, 106: 321-350
- WENNER. A.M. 1974 Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean populations. *Canadian Journal of Zoology*, 52(9): 1095-1106.
- WILSON, K. e HARDY, I.C.W. 2002 Statistical analysis of sex ratio: an introduction. In: HARDY I.C.W. (ed.). *Sex ratios: concepts and research methods*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 48-92.

Considerações finais

Atualmente, muitos dos ecossistemas aquáticos dulcícolas estão sendo alterados e/ou degradados pela influência antrópica. Desta maneira, é relevante buscar informações sobre a composição das espécies nesses locais. Assim, os resultados encontrados neste estudo contribuíram para a melhor compreensão da biodiversidade de camarões de água doce do Rio Mandira, Estado de São Paulo.

O Rio Mandira apresentou alta riqueza de camarões de água doce comparado à região do Vale do Ribeira como um todo, contudo metade das espécies encontradas já compõe a lista de espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo (*M. acanthurus*, *M. carcinus* e *M. heterochirus*), o que torna este estudo de grande importância, servindo de base para futuros estudos comparativos na região e para a conservação destes ambientes e das espécies nele presente.

As informações apresentadas neste estudo sobre a biologia populacional e reprodutiva do camarão de água doce *M. heterochirus*, assemelham-se a de outros congêneres que habitam as regiões tropicais e os dados obtidos são importantes, pois são os primeiros dados populacionais sobre esta espécie no Brasil, os quais podem servir de base para inferir modelos populacionais, planos de manejo, além de subsidiar futuros cultivos comerciais desta espécie com potencial aquícola. No entanto, esses estudos populacionais precisariam ser confirmados através da coleta por períodos superiores há um ano, tendo em vista as variações anuais das condições climáticas observadas em climas tropicais.